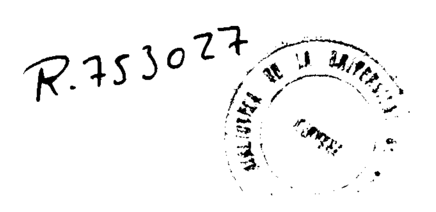
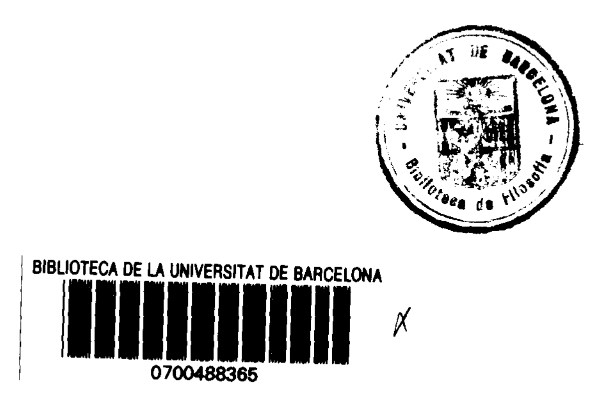


Bruno Latour

Ciencia en acción

Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad





Traducción:
Eduardo Aibar, Roberto Méndez, Estela Ponisio

Dirección de la versión en castellano:
Manuel Medina
Profesor titular del departamento de Lógica, Historia
y Filosofía de la Ciencia
Universitat de Barcelona

Cubierta:
Jordi Vives

A Michel Callon,
el resultado de estos siete años de discusiones

Primera edición: 1992

Título de la obra original:
SCIENCE IN ACTION

ISBN: 84-335-5009-8
Depósito legal: B. 6.644 - 1992

Printed in Spain - Impreso en España

Impreso por Gràfiques 92, S. A.
08930 Sant Adrià de Besòs

Índice

Agradecimientos

Como no soy un hablante inglés nativo, mis amigos han tenido que ayudarme considerablemente en la revisión de las sucesivas versiones de este manuscrito. John Law y Penelope Dulling revisaron pacientemente las primeras versiones. Steven Shapin, Harry Collins, Don MacKenzie, Ron Westrum y Leigh Star, padecieron cada uno con un capítulo distinto. He sido muy afortunado al tener como editor a Geoffrey Bowker, que "depuró" el libro y sugirió acertadamente muchos cambios.
Parte del trabajo para este libro ha sido financiado por una beca de CRNS-*Programme STS.* Sin el estímulo, ambiente, amistad y condiciones materiales del Centre de Sociologie de l'Innovation en la Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, mi nueva "alma mater", no hubiera podido escribir ni una sola línea.

Prólogo a la edición española

Comencé a redactar *CIENCIA EN ACCIÓN* en 1983 con el fin de escribir una introducción sobre los estudios de ciencia y tecnología en la sociedad, dirigida tanto al público en general, como a mis alumnos de París y San Diego, quienes aspiraban a desarrollar un trabajo científico. Quería aligerar el shock que sufren los científicos e ingenieros cuando pasan directamente de la universidad al duro mundo de la ciencia, tal como esta es realmente; shock que a veces los convierte en cínicos, debido al gran contraste que encuentran entre las imágenes de la ciencia que reciben en la escuela y la dura realidad política de la ciencia en acción.
También quería ofrecer una sencilla introducción para los científicos sociales sobre los aspectos interesantes de la ciencia y la tecnología. La sociedad está compuesta, en gran medida, por hechos y máquinas; quien quiera estudiar la sociedad no puede ignorarlas, sobre todo, si redefinen decisivamente los lazos sociales. El objetivo del libro no era sintetizar los resultados del próspero campo de estudios de la ciencia, sino ofrecer una plataforma consistente para dar coherencia intelectual a este campo.
Es un placer dar la bienvenida a la edición española casi diez años después de la aparición de la edición original. Sin embargo, a pesar de este tiempo, creo que no ha perdido su fuerza. Se podría incluir muchos trabajos empíricos nuevos, como ejemplos de la fecundidad de este campo internacional e interdisciplinario. Si tuviera que reescribir todo el libro, multiplicaría los lazos con la filosofía, la economía del cambio tecnológico y las ciencias cognoscitivas. Sin embargo, las reglas y principios básicos aún configuran una plataforma para empezar a comprender que esos estudios de caso empíricos pertenecen a un único campo integrado. Aún hay muy pocos estudiantes de disciplinas científicas que puedan ver las conexiones entre la variedad de disciplinas y temas que he intentado unir en este libro, desde el estudio sobre retórica en el primer capítulo, al de metrología en el último. Por las reacciones habidas y la cantidad de mal entendidos que ha originado, todavía pienso que la integración de este campo es una cuestión de fondo. Las interpretaciones contradictorias que ha suscitado son especialmente relevantes. Unos lo han interpretado como una apelación maquiavélica a la fuerza bruta, otros como un retorno positivista al realismo y al sentido común. Los primeros parecen

basarse en mi retrato de los científicos como estrategas, los segundos en el papel que hago desempeñar a los no-humanos en dichas estrategias. Este doble interés no ha gustado a los positivistas, ni tampoco a los constructivistas sociales. Sin embargo, su doble mal entendido revela, aún mejor, lo que sigue siendo el mayor desfío del libro: la simetría entre la construcción de la naturaleza y la construcción de la sociedad.[1] La fecundidad del principio generalizado de simetría todavía está por verse, pero deberá hacer que este trabajo, dispuesto ahora al escrutinio de los lectores de lengua castellana, sea suficientemente interesante, a pesar de sus limitaciones.

BRUNO LATOUR[2]

[1]Véase el post scriptum:«Un giro más después del giro social».
[2]Otros libros del autor sobre la misma temática son:
Nous n'avons jamais ete modernes, La Decouverte, París, 1991; y *Aramis ou l'amour des techniques,* La Decouverte, París, 1992. También, Michel Serres: *Eclaircissements entretiens avec Bruno Latour*, François Bourin, París, 1992.

INTRODUCCIÓN

Abrir la caja negra de Pandora

Escena 1: En una fría y soleada mañana de octubre de 1985, John Whittaker entró en su despacho, en el edificio de biología molecular del Instituto Pasteur de París, y conectó su ordenador *Eclipse MV/8000.* A los pocos segundos de cargar los programas especiales que había escrito, una imagen tridimensional de la doble hélice del DNA resplandeció en la pantalla. John, un informático visitante, había sido invitado por el Instituto para escribir programas que pudieran producir imágenes tridimensionales de las espirales de DNA y relacionarlas con los miles de nuevas secuencias de ácidos nucleicos que invaden cada año las revistas y los bancos de datos. «Bonita imagen, ¿no?» dijo su jefe, Pierre, que acababa de entrar en la oficina. «Sí, y buena máquina también», respondió John.

Escena 2: En 1951 en el laboratorio Cavendish en Cambridge, Gran Bretaña, las imágenes de rayos X del ácido desoxirribonucleico no eran «bonitas imágenes» en una pantalla de ordenador. Dos jóvenes investigadores, Jim Watson y Francis Crick[1], habían tenido muchas dificultades para obtenerlas de Maurice Wilkins y Rosalind Franklin, en Londres. Todavía era imposible decidir si la estructura del ácido era una hélice triple o doble, si los enlaces fosfato se encontraban en el interior o en el exterior de la molécula, o incluso si se trataba siquiera de una hélice. Todo esto no le importaba gran cosa a su jefe, Sir Francis Bragg, puesto que en cualquier caso no se suponía que los dos investigadores tuvieran que estar trabajando en el DNA, pero a ellos si que les importaba mucho, especialmente porque se decía que Linus Pauling, el famoso químico, iba a descubrir en pocos meses la estructura del DNA.

Escena 3: En 1980 en un edificio de Data General en Route 495 en Westborough, Massachussets, Tom West[2] y su equipo trataban aún de depurar un prototipo provisional de una nueva máquina, apodada *Eagle*, que la compañía, en principio, no había planeado construir pero que empezaba a despertar el interés del departamento de márketing. Sin embargo, el programa de depuración sufría un retraso de un año. Además, la elección de West de utilizar los nuevos chips PAL, mantenía el retraso en la construcción de la máquina (rebautizada como *Eclipse MV/8000*), dado que nadie estaba seguro, por entonces, de si la compañía que fabricaba los chips, podría suministrar los pedidos encargados. Mientras tanto, su principal competidor, DEC, estaba vendiendo muchas copias de su *Vax 11/780*, ensanchando la brecha entre ambas compañías.

1. BUSCANDO UNA VÍA DE ACCESO

¿Dónde podemos comenzar un estudio de la ciencia y la tecnología? La elección de una vía de acceso depende, de forma crucial, de que se escoja el momento adecuado. En 1985, en París, John Whittaker obtiene «bonitas imágenes» del DNA en una «buena máquina». En 1951, en Cambridge, Watson y Crick se esfuerzan por definir una estructura para el DNA, que sea compatible con las imágenes que han visto por un instante en la oficina de Wilkins. En 1980, en el sótano de un edificio, otro grupo de investigadores lucha para lograr que un nuevo ordenador funcione y para alcanzar a DEC. ¿Cúal es el propósito de estos flashbacks, por usar el término cinematográfico? Nos conducen al pasado a través del tiempo y el espacio.

Cuando utilizamos esta máquina de viajar, el DNA deja de tener una estructura tan bien establecida como para que se puedan escribir programas de ordenador que la muestren en una pantalla. Por lo que respecta a los ordenadores, ni siquiera existen. No aparecen cientos de secuencias de ácidos nucleicos cada año. No se conoce ninguna e incluso la noción de secuencia es dudosa, pues, para muchos, no está todavía claro que el DNA desempeñe un papel significativo en la transmisión de material genético de una generación a otra. Con anterioridad, en dos ocasiones Watson y Crick habían anunciado con orgullo haber resuelto el enigma, y las dos veces su modelo fue reducido a cenizas. Por lo que atañe a la «buena máquina» Eagle, el flashback nos retrotrae al momento en el que no podía ejecutar programa alguno. En lugar de ser una pieza habitual del equipo que John Whittaker puede conectar, se trata de un desordenado conjunto de cables y chips, supervisado por otros dos ordenadores y rodeado de docenas de ingenieros que tratan de hacerlo funcionar correctamente durante algo más que unos pocos segundos. Nadie en el equipo sabe todavía si este proyecto no va a resultar otro fracaso completo como el del ordenador EGO, en el que trabajaron durante años y que se fue a pique, según ellos, por la dirección.

En el proyecto de investigación de Whittaker hay muchas cosas que son inciertas. No sabe cuánto tiempo va a quedarse, ni si le renovarán su beca, ni si un programa hecho por él podrá tratar millones de pares de bases y compararlas de forma biológicamente significativa. Pero hay dos elementos, como mínimo, que no le plantean problema alguno: la estructura de doble hélice del DNA y su ordenador Data General. Lo que para Watson y Crick fue el problema central de un gran reto que les hizo ganar un premio Nobel constituye, ahora, el dogma básico de su programa, insertado en miles de líneas de su listado. En cuanto a la máquina que hizo trabajar al equipo de West día y noche durante años, ahora no es tan problemática como un mueble que produzca un ligero zumbido en el despacho. Claro que el técnico de mantenimiento de Data General pasa cada semana para arreglar algunos problemas sin importancia; pero ni él ni John tienen que revisar continuamente toda la máquina y forzar así a la compañía a desarrollar una nueva línea de productos. Whittaker también está muy al corriente de los problemas que rodean al Dogma Básico de la biología (Crick, hoy un hombre de edad, dio hace unas pocas semanas una conferencia en el Instituto), pero ni John ni su jefe tienen que repensar enteramente la estructura de la doble hélice, ni establecer un nuevo dogma.

Los cibernéticos usan la expresión caja negra cuando una parte de un artefacto o un conjunto de órdenes es demasiado complejo. En su lugar dibujan una cajita, acerca de la cual no necesitan conocer más que las entradas (inputs) y salidas (outputs). Por lo que concierne a John Wittaker, la doble hélice y la máquina son dos cajas negras. O sea, no importa lo controvertida que sea su historia, lo complejo que sea su funcionamiento interno, lo extensa que sea la red, comercial o académica, que los sostiene, sólo cuentan sus entradas y salidas. Al conectar el Eclipse ejecuta los programas que se han cargado; cuando se comparan secuencias de ácidos nucleicos se parte de la estructura de la doble hélice.

El flashback que nos lleva desde octubre de 1985, en París, al otoño de 1951, en Cambridge, o a diciembre de 1980, en Westborough, Massachussetts, presenta dos imágenes completamente distintas de cada uno de estos dos objetos, un hecho científico (la doble hélice) y un artefacto técnico (el miniordenador Eagle). En la primera imagen John Whittaker utiliza dos cajas negras porque son seguras y no problemáticas; durante el flashback las cajas se vuelven a abrir y una brillante luz de colores las ilumina. En la primera imagen ya no hay necesidad de decidir dónde colocar los enlaces fosfato de la doble hélice, se encuentran en la parte exterior; ya no hay que discutir si el Eclipse debe ser una máquina enteramente compatible de 32 bits, pues simplemente se conecta a los otros ordenadores NOVA. Durante los flashbacks se reintroduce a mucha gente en la película, muchos de ellos se juegan sus carreras en las decisiones que toman: Rosalind Franklin decide rechazar el método de construcción de modelos que Watson y Crick han elegido, y concentrarse en su lugar en la cristalografía de rayos X básica, con el fin de obtener mejores fotografías; West decide hacer una máquina compatible de 32 bits, incluso aunque esto signifique construir una chapuza, como ellos dicen despectivamente, y perder algunos de sus mejores ingenieros que quieren diseñar una nueva máquina más elegante.

En el Instituto Pasteur, John Whittaker no corre ningún gran riesgo al creer en la estructura tridimensional de la doble hélice o al ejecutar sus programas en el Eclipse. Estas son, ahora, decisiones rutinarias. Los riesgos que él y su jefe corren residen en otro lugar: en el gigantesco programa de comparar todos los pares de bases generadas por los biólogos moleculares de todo el mundo. Pero si volvemos a Cambridge, treinta años atrás, ¿a quién deberemos creer? ¿A Rosalin Franklin que dice que podría tratarse de una hélice de tres ramales? ¿A Bragg que ordena a Watson y Crick que abandonen por completo esa tarea imposible y vuelvan al trabajo serio? ¿A Pauling, el mejor químico del mundo, que descubre una estructura que echa por tierra todas las leyes conocidas de la química? La misma incertidumbre aparece en el Westborough de hace unos pocos años. ¿Deberá West obedecer a su jefe, de Castro, cuando le pide explícitamente que no lleve a cabo un nuevo proyecto de investigación allí, dado que toda la investigación de la compañía se ha trasladado a Carolina del Norte? ¿Durante cuanto tiempo deberá ocultar West que está trabajando en un nuevo ordenador? ¿Deberá creer a los expertos en márketing de la compañía cuando dicen que todos sus clientes quieren una máquina enteramente compatible (en la que puedan usar su antiguo software) en lugar de construir, como su competidor DEC, una «culturalmente compatible» (en la que no puedan volver a usar su software sino sólo los comandos más básicos)? ¿Cuánta confianza deberá depositar en su viejo equipo frustrado por el fracaso del proyecto EGO? ¿Deberá arriesgarse a usar los nuevos chips PAL en vez de los más antiguos, pero más seguros?

Incertidumbre, gente trabajando, decisiones, competencia, controversias son lo que se encuentra cuando se realiza un *flashback* desde unas cajas negras concretas, frías y no problemáticas, a su pasado reciente. Si se toman dos fotografías, una de las cajas negras y otra de las controversias abiertas, son completamente diferentes. Son tan distintas como los dos lados, uno vital, el otro severo, de un Jano de dos caras. «Ciencia en proceso de elaboración» en el derecho, «ciencia acabada» o «ciencia elaborada» en el otro; así es Jano *bifronte*, el primer personaje que se nos presenta al comienzo de nuestro viaje.

En la oficina de John, las dos cajas negras no pueden ni deben volverse a abrir. Por lo que respecta a las dos controvertidas tareas que tienen lugar en el Cavendish



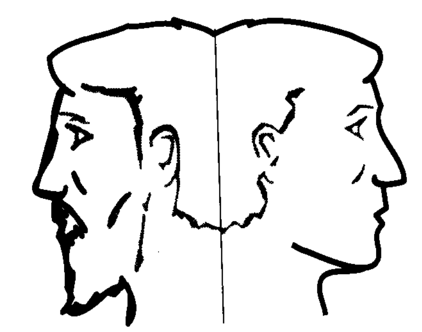


Figura 1

y en Westborough, nos las abren los científicos que allí trabajan. El objetivo imposible de abrir la caja negra se hace posible (si no fácil) si nos desplazamos a través del tiempo y el espacio, hasta que encontramos el tema controvertido en el que los científicos y los ingenieros trabajan afanosamente. Esta es la primera decisión que debemos tomar: nuestra entrada en la ciencia y la tecnología será por la puerta trasera de la ciencia en proceso de elaboración, no por la más imponente entrada de la ciencia elaborada.

Ahora que ya hemos escogido la vía de acceso, ¿con qué tipo de conocimiento previo debería uno equiparse antes de entrar en la ciencia y la tecnología? En la oficina de John Whittaker el modelo de la doble hélice y el ordenador se distinguen claramente del resto de sus preocupaciones. No interfieren con sus disposiciones psicológicas, con los problemas financeros del Instituto, con las grandes subvenciones que su jefe ha solicitado, o con el esfuerzo político, en el que todos están comprometidos, de crear en Francia un gran banco de datos para biólogos moleculares. Se encuentran depositados en la base; sus contenidos científicos o técnicos son netamente distintos del lío en el que John está inmerso. Si desea saber algo acerca de la estructura del DNA o sobre el *Eclipse*, John consulta *Biología molecular del gen* o el *Manual del usuario*, libros que puede sacar de la estantería. Sin embargo, si volvemos a Westborough o a Cambridge, esta clara distinción entre un contexto y un contenido desaparece.

Escena 4: Tom West entra a hurtadillas en el sótano de un edificio al que un amigo le ha dejado acceder por la noche, para ver un ordenador VAX. West empieza sacando los paneles de circuitos impresos y analiza a su competidor. Incluso en este primer análisis combina cálculos económicos rápidos y técnicos, con las decisiones estratégicas ya tomadas. Después de unas pocas horas se tranquiliza.

> «He vivido temiendo al VAX durante un año», dijo West más tarde.[...] «Creo que me exalté cuando lo observé y vi lo complejo y caro que era. Me confirmó lo acertado de algunas de las decisiones que habíamos tomado».

Luego su evaluación se vuelve aún más compleja, incluyendo elementos sociales, estilísiticos y organizativos:

> Al mirar dentro del VAX, West imaginó estar viendo un diagrama de la organización corporativa de DEC. Pensó que el VAX era demasiado complicado. No le gustaba, por ejemplo, el sistema por el que las distintas partes de la máquina se comunicaban entre sí, a su parecer había involucrado demasiado protocolo. Decidió que VAX encarnaba los defectos de la organización corporativa de DEC. La máquina expresaba este estilo fenomenalmente de éxito, pero burocrático y precavido, de la compañía. ¿Era verdad? West dijo que no importaba, era una teoría útil. Luego reformuló sus opiniones: «Con el VAX, DEC trata de minimizar el riesgo», dijo mientras adelantaba a otro coche. Sonriendo continuó: «Nosotros tratamos de maximizar la ganancia, y de hacer que el *Eagle* vaya tan rápido como un caballo desbocado».
> (Kidder: 1981, p. 36)

Esta evaluación heterogénea de su competidor, no es un episodio marginal en la historia; es el momento crucial en el que West decide que, a pesar del retraso de dos años, de la oposición del grupo de Carolina del Norte y del fracaso del proyecto *EGO*, aún pueden hacer que el *Eagle* funcione. «Organización», «gusto», «protocolo», «burocracia» o «minimización de riesgos», no son términos técnicos usuales para describir un chip. Lo cual, sin embargo, es cierto solamente cuando el chip ya es una caja negra que se vende a los consumidores. Cuando se somete al juicio de un competidor, como el realizado por West, todas esas extrañas palabras pasan a ser parte esencial de la evaluación técnica. El contexto y el contenido se mezclan.

Escena 5: Jim Watson y Francis Crick consiguen una copia del artículo escrito por Linus Pauling, que les ha traido su hijo, en el que se desvela la estructura del DNA:

> Al cruzar la puerta, el rostro de Peter daba a entender que había novedades importantes. Sentí un vacío en el estómago: sabía que todo estaba perdido. Viendo que ni Francis ni yo podíamos aguantar más el suspense, rápidamente nos dijo que el modelo era una triple cadena helicoidal con los enlances azúcar-fosfato en el centro. Lo cual se parecía tanto a nuestros resultados abortados del año anterior, que inmediatamente me pregunté si ,de no habernos detenido Bragg, no hubiéramos tenido quizás el mérito y la gloria de un gran descubrimiento.
> (Watson: 1968, p. 102)

¿Fue Bragg quien les hizo perder un gran descubrimiento, o fue Linus quien perdió una buena oportunidad de tener la boca cerrada? Francis y Jim se apresuraron a poner a prueba el artículo y ver si el enlace azúcar fosfato era lo suficientemente sólido como para mantener unida la estructura. Para su sorpresa las tres cadenas descritas por Pauling no disponían de átomos de hidrógeno que ligasen los tres ramales. Sin ellos, si es que sabían suficiente química, la estructura se desharía inmediatamente.

> Sin embargo, Linus, indiscutiblemente el químico más sagaz del mundo, había llegado de alguna forma a la conclusión contraria. Cuando Francis empezó también a sorprenderse de la poca ortodoxia química de Pauling, comencé a tranquilizarme. Sin embargo ninguno de los dos tenía la más mínima idea de los pasos que habían conducido a Linus a este patinazo. Si un estudiante hubiera cometido un error similar, habría sido considerado indigno de ingresar en la Facultad de Medicina de Cal Tech.* Así pues, de momento sólo nos podía preocupar la posibilidad de que

*California Institute of Technology (N. del T.).

> el modelo de Linus fuese consecuencia de una reevaluación revolucionaria de las propiedades ácido-base de las moléculas gigantes. El tono del manuscrito, no obstante, no proporcionaba ningún indicio a favor de tal avance en la teoría química.
> (Watson: p. 103)

Para decidir si todavía están en el juego, Watson y Crick tienen que evaluar simultáneamente la reputación de Linus Pauling, la química usual, el tono del artículo y el nivel de los estudiantes de Cal Tech; tienen que decidir si se está produciendo una revolución, en cuyo caso han sido derrotados, o si se ha cometido un error garrafal, en cuyo caso tienen que apresurarse todavía más, puesto que Pauling no tardará en descubrirlo:

> Cuando su error llegase a conocerse, Linus no cejaría hasta encontrar la estructura correcta. Nuestra esperanza más inmediata era que sus colegas químicos temerosamente respetuosos de su inteligencia, no comprobaran los detalles de su modelo. Pero como el manuscrito había sido enviado ya a *Proceedings of the National Academy*, a mediados de marzo como muy tarde se difundiría por todo el mundo. Entonces, el descubrimiento de la equivocación sería sólo cuestión de días. Disponíamos, en cualquier caso, de seis semanas antes de que Linus se dedicara por completo, de nuevo, a la búsqueda del DNA.
> (idem: p.104)

«Suspense», «juego», «tono», «retraso en la publicación», «temeroso respeto» o «retraso de seis semanas» no son términos corrientes en la descripción de la estructura de una molécula. No, por lo menos, cuando los estudiantes conocen y aprenden dicha estructura. Sin embargo, cuando la estructura se somete a la comprobación de un competidor, estas extrañas palabras son parte esencial de la estructura química misma que se investiga. Aquí, de nuevo, contexto y contenido se funden entre sí.

El equipo necesario para viajar a través de la ciencia y la tecnología es, en principio, ligero y múltiple. Múltiple porque significa combinar enlaces de hidrógeno con plazos de tiempo, la comprobación de otra autoridad con dinero, programas de depuración y estilo burocrático; pero el equipo es, además, ligero porque consiste en dejar de lado todos los prejuicios acerca de la distinción entre el contexto en el que el conocimiento se halla insertado y el conocimiento mismo. En la entrada del Infierno, de Dante, está escrito:

ABANDONAD LA ESPERANZA TODOS LOS QUE AQUÍ ENTREIS

Al comienzo de este viaje debería escribirse:

ABANDONAD EL CONOCIMIENTO SOBRE EL CONOCIMIENTO
TODOS LOS QUE AQUI ENTRÉIS

En 1985, al aprender a usar la doble hélice y el Eagle para escribir programas, no se revela ninguna de las extrañas mezclas de las que ambos están compuestos; estudiarlos en 1952 o en 1980 las revela todas. En las dos cajas negras que se encuentran en la oficina de Whittaker está inscrito, como en la caja de Pandora:

PELIGRO: NO ABRIR.

De las dos tareas que se están llevando a cabo en el Cavendish y en la oficina central de Data General, pasiones, plazos y decisiones se escapan en todas direcciones de una caja que permanece abierta. Pandora, el androide mítico enviado por Zeus a Prometeo, es el segundo personaje, el primero fue Jano, que se nos presenta al comienzo de nuestro viaje. (Quizá necesitemos la bendición de más de un dios antiguo, si queremos alcanzar nuestro destino con seguridad.)

2. CUANDO NUNCA ES SUFICIENTE

La ciencia tiene dos caras: una que sabe, la otra que todavía no sabe. Escogeremos la más ignorante. Tanto los que se encuentran en el interior como los que permanecen en el exterior de la ciencia, tienen muchas ideas sobre los ingredientes necesarios para su elaboración. Nosotros partiremos de tan pocas ideas como sea posible acerca de lo que constituye la ciencia. Pero ¿cómo vamos a dar cuenta del cierre de las cajas?, porque, después de todo, se cierran. La estructura de la doble hélice está establecida en la oficina de John en 1985; también lo está la del ordenador Eclipse MV/8000. ¿Cómo se trasladaron desde el Cavendish en 1952, o desde Westborough, Massachussetts, al París de 1985? Está muy bien elegir las controversias como vía de acceso, pero necesitamos, además, seguir el cierre de esas controversias. En este punto tenemos que acostumbrarnos a un curioso fenómeno acústico. Las dos caras de Jano hablan al mismo tiempo y dicen cosas completamente distintas que no deberíamos confundir.

Escena 6: Jim copia de varios libros de texto las formas de los pares de bases que componen el DNA, y juega con ellas tratando de observar alguna simetría al emparejarlas. Para su sorpresa, la adenina emparejada con la adenina, la citosina con la citosina, la guanina con la guanina y la citosina con la citosina, constituyen estructuras que se superponen de manera bastante exacta. Claro que dicha simetría hace que el enlace azúcar-fosfato se deforme extrañamente, pero eso no es suficiente para detener el pulso acelerado de Jim o para impedir que escriba una carta llena de júbilo a su jefe.

> Nada más entrar en el despacho y empezar a explicar mi esquema, el cristalógrafo estadounidense Jerry Donohue protestó diciendo que la idea no funcionaría. Según

Primer aforismo de Jano:

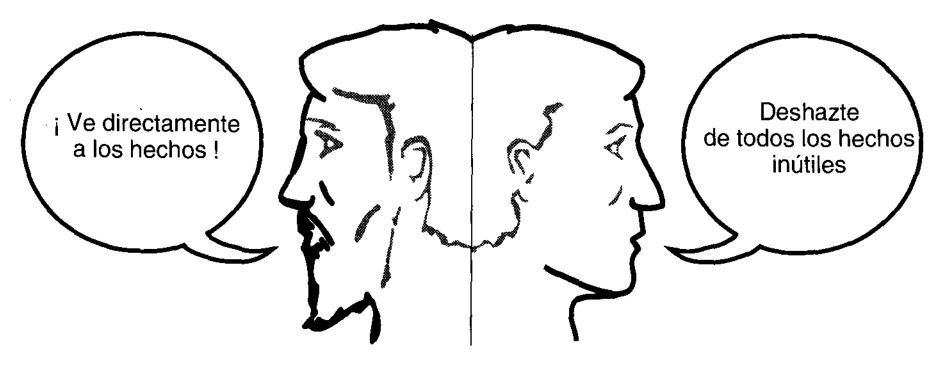


Figura 2

la opinión de Jerry, las formas tautómeras que yo había copiado del libro de Davidson estaban asignadas incorrectamente. Mi réplica inmediata de que muchos otros textos también dibujaban la guanina y la timina en forma de enol no impresionó mucho a Jerry. Alegremente añadió que, durante mucho tiempo, los químicos orgánicos habían favorecido arbitrariamente unas formas tautómeras concretas, en lugar de sus alternativas, pero basándose en fundamentos muy débiles.[...] Aunque mi reacción inmediata fue pensar que lo de Jerry era mera palabrería, no rechacé su crítica. Junto a Linus, Jerry sabía más sobre enlaces de hidrógeno que nadie en el mundo. Dado que durante muchos años había trabajado en Cal Tech sobre la estructura cristalina de las moléculas orgánicas pequeñas, no podía engañarme con la idea de que no comprendiese nuestro problema. Durante los seis meses que había ocupado un despacho en nuestra oficina, nunca le había oído pronunciarse precipitadamente sobre temas de los que no supiera nada. Profundamente preocupado, volví a mi despacho esperando que se me ocurriera algún truco para salvar la idea del «igual con igual».

(Watson: 1968, pp. 121-122)

Jim había extraído los hechos directamente de los libros de texto que, unánimemente, le proporcionaron una caja negra: la forma enol. En este caso, sin embargo, se trata de un hecho que debe rechazarse o cuestionarse. O como mínimo esto es lo que dice Donohue. Pero ¿a quién debería creer Jim? ¿A la opinión unánime de los químicos orgánicos o a la opinión de este químico? Jim, que trata de salvar su modelo, cambia una regla del método, «ve directamente a los hechos», por otras más estratégicas: «busca un punto débil», «elige a quién creer». Donohue estudió con Pauling, se ocupaba de moléculas pequeñas y en seis meses nunca había dicho nada absurdo. Para tomar una decisión, Jim mezcla disciplina, afiliación, curriculum vitae y valoración psicológica. Es mejor sacrificarlas a ellas y al bonito modelo de «igual con igual», que a la crítica de Donohue. El hecho debe ser rechazado, por más «inmediato» que sea.

Aunque era obvio para todos, nadie mencionó la ventaja imprevista de tener a Jerry compartiendo un despacho con nosotros. Si no hubiera estado con nosotros en Cambridge, quizás yo aún estaría dándole vueltas a una estructura «igual con igual». Mauri-

Segundo aforismo de Jano:

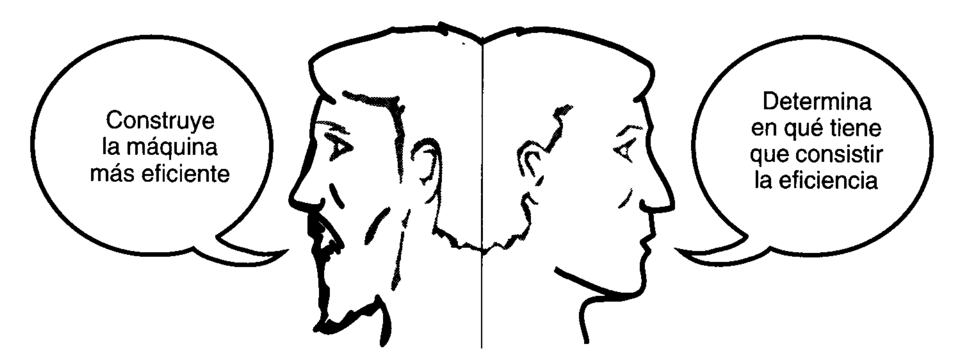


Figura 3

ce, en un laboratorio desprovisto de químicos estructurales, no tenía a nadie que le dijese que todos los dibujos de los libros de texto eran incorrectos. Pero para Jerry sólo Pauling podría haber realizado la elección correcta y atenerse a sus consecuencias.

(Watson: p. 132)

Cuando las cosas están establecidas es fácil seguir el consejo del lado izquierdo de Jano, pero no cuando están aún por establecer. Lo que para el lado izquierdo son hechos universales y bien conocidos de la química, desde el punto de vista del derecho se convierten en opiniones poco frecuentes, expresadas por sólo dos personas en todo el mundo. Poseen una naturaleza que depende especialmente de la localización, de la ocasión y de la evaluación simultánea del valor, tanto de las personas, como de lo que dicen.

Escena 7: West y su colaborador principal, Alsing, están discutiendo cómo abordar el programa de depuración:

«Quiero construir un simulador, Tom.»
«Llevará demasiado tiempo, Alsing. La máquina estará depurada antes de que lo esté tu simulador.»
Esta vez Alsing insistió. No podían construir el *Eagle* en un año si tenían que depurar todo el microcódigo en los prototipos. Además, si lo hicieran de esa forma, necesitarían disponer como mínimo de un prototipo extra, y probablemente dos, ya desde el principio, y esto significaría doblar el aburrido y penoso trabajo de poner al día las plaquetas. Alsing quería un programa que se comportase como un *Eagle* perfeccionado, para poder depurar su microcódigo separadamente del *hardware*.
West dijo: «Adelante. Pero apuesto a que todo estará terminado cuando ustedes lo hayan hecho».

(Kidder: 1981, p. 146)

Los dos hombres siguen estrictamente el consejo del lado derecho, pues ambos desean construir el mejor ordenador posible. Sin embargo, esto no evita que entre los dos comience una nueva controversia, acerca de cómo simular por adelantado una máquina eficiente. Si Alsing no puede convencer a uno de los miembros de su equipo, Peck, para que termine en seis semanas el simulador que debería llevar año y medio, entonces, West tendrá razón: el simulador no es una buena forma de proceder puesto que llegará demasiado tarde. Pero si Alsing y Peck tienen éxito, será entonces la definición de eficiencia de West la que se convertirá en errónea. La eficiencia será la consecuencia de quién triunfe; la eficiencia no ayuda a decidir, sobre el terreno, quién tiene o no razón. El consejo del lado derecho está muy bien cuando el *Eagle* se ha enviado ya a fabricación; antes, es el consejo estratégico y desconcertante del lado izquierdo, el que debe seguirse.

Escena 8: Durante dos años West ha aislado su equipo del resto de la compañía. «Algunos de los chicos», dice, «no tienen la impresión de que haya una compañía detrás de todo esto. Podría ser que la CIA lo financiase. Podría tratarse de un test psicológico» (Kidder: 1982, p. 200). Sin embargo, durante ese tiempo West ha presionado constantemente a la compañía en nombre del *Eagle*. Actuando como un intermediario, ha filtrado las exigencias impuestas a la futura máquina por De Castro (el gran jefe), el departamento de márketing, el otro grupo de investigación en Carolina del Norte, las otras máquinas presentadas en las ferias de informática, etc. Además, ha estado negociando los plazos que nunca se cumplían. Pero llega un momento en el que el resto de departamentos, a los que él ha esta-

Tercer aforismo de Jano:

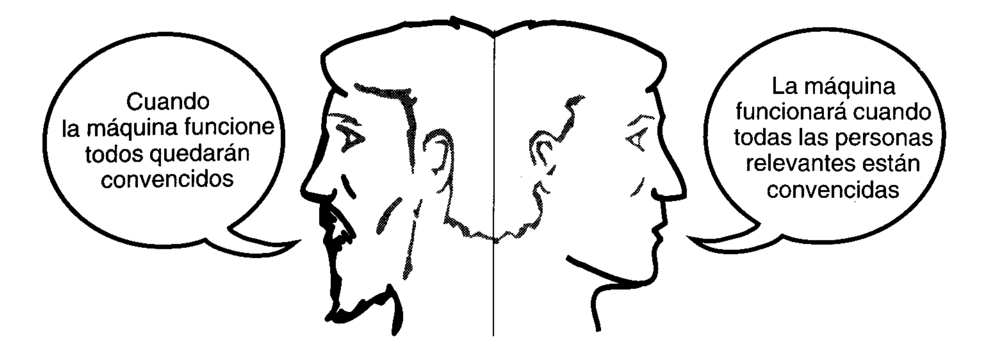


Figura 4

do presionando de forma tan intensa, quieren ver algo, y descubren su farol. La situación se vuelve especialmente delicada cuando, por fin, queda claro que el grupo de Carolina del Norte no entregará una máquina, que DEC esta vendiendo VAX como churros, y que todos los clientes quieren de Data General una máquina supermini de 32 bits, totalmente compatible. En ese momento West tiene que romper el caparazón protector que ha construido alrededor de su equipo. Claro que él había diseñado la máquina de forma que encajase con los intereses de los otros departamentos, pero aún no está seguro de su reacción ni de la de su equipo, privado de repente de la máquina.

> A medida que llegaba el verano aumentaba el número de intrusos que entraban en el laboratorio (programadores diagnósticos y, especialmente, programadores de *software*). Algunos de los chicos de Hardware habían tomado cariño a los prototipos del *Eagle*, como a uno le puede pasar con un animal doméstico o con una planta que ha cultivado. Y ahora, Rasala les decía que a ciertas horas no podían trabajar en sus máquinas, porque Software necesitaba usarlas. Había una explicación: el proyecto se encontraba en una fase precaria; si Software no llegaba a conocer el *hardware*, o este no le llegaba a gustar y entusiasmar, el proyecto podría arruinarse; los chicos de Hardware tenían suerte de que Software quisiera utilizar los prototipos (y habían de tener contento a Software).
>
> (Kidder: p. 201)

No sólo había que tener contento al personal de Software, sino también al de fabricación, al de márketing, a los que escribían la documentación técnica y a los diseñadores que tenían que colocar la máquina entera en una caja atractiva (¡esta vez no era negra!), sin mencionar a los accionistas y a los clientes. Aunque West había concebido la máquina, mediante la adquisición de muchos compromisos, para tener contentas y ocupadas a todas esas personas, no podía estar seguro de que fuera a mantenerlos unidos. Cada uno de los grupos de interés tenía que someter a la máquina a su propio tipo de pruebas, y ver qué tal respondía a ellas. Lo peor para West era que la compañía que fabricaba los nuevos chips PAL iba a quebrar, que él equipo estaba sufriendo una depresión *post partum*, y que la máquina todavía no estaba depurada. «Creo que nuestra credibilidad se está agotando», dice West a sus ayudantes. El *Eagle* todavía no funciona mas que unos pocos segundos sin que la pantalla muestre mensajes de error. Cada vez que laboriosamente detectan el error, lo corrigen y luego prueban un programa de depuración más complejo.

> El *Eagle* no pasaba misteriosamente la Prueba de Confianza de Multiprogramación. Arrancaba, fallaba, se quedaba colgada, y llegaba a su fin después de cada cuatro horas, más o menos, de funcionamiento suave.
>
> «Las máquinas que se encuentran en la agonía de los últimos errores son muy vulnerables», dice Alsing. «Los gritos empiezan ahí. Nunca funcionará, etc. Los directores y los grupos de apoyo comienzan diciendo esto. Los parásitos dicen: "Caramba, pensaba que lo conseguiríais mucho antes". Entonces es cuando la gente empieza a hablar de rediseñarlo todo».
>
> Alsing añadió: «Cuidado con Tom ahora».
>
> West se sentó en su oficina. «Estoy pensando en echar a los chicos del laboratorio, entrar en él con Rasala y arreglarlo. Es cierto. No entiendo todos los detalles de ese mamón, pero los entenderé y conseguiré que funcione».
>
> «Dame unos pocos días más», dijo Rasala.
>
> (Kidder: p. 231)

Unas pocas semanas más tarde, después de que el *Eagle* hubiera ejecutado con éxito un juego de ordenador llamado Adventure, el equipo entero tenía la sensación de haber alcanzado un objetivo aproximado: «Es un ordenador, dijo Rasala (Kidder: p. 233). El lunes 8 de octubre un equipo de mantenimiento entró en la sala para llevarse lo que se había convertido rápidamente en una caja negra. ¿Por qué había ocurrido esto? Porque es una buena máquina, dice el lado izquierdo de nuestro amigo Jano. Pero, antes de que funcionase no era una buena máquina. Por lo tanto, mientras está siendo construida no puede convencer a nadie *por* su buen funcionamiento. Es sólo después de que los interminables errores, cada uno de ellos revelado por una nueva prueba impuesta por un nuevo grupo de interés, han sido extirpados, que la máquina se pondrá, *al fin* y *progresivamente*, a funcionar. Todas las razones de por qué funciona una vez acabada, no ayudan a los ingenieros mientras la están construyendo.

Escena 9: ¿Cómo acaba la historia de la doble hélice? Con una serie de pruebas impuestas al nuevo modelo por cada una de las sucesivas personas con (o contra) las que Jim Watson y Francis Crick habían trabajado. Jim juega con modelos de cartón de los pares de bases, según la forma ceto sugerida por Jerry Donohue. Para su sorpresa se da cuenta de que las siluetas dibujadas emparejando la adenina con la timina, y la guanina con la citosina, se pueden sobreponer. Los escalones de la doble hélice tienen la misma forma. Contrariamente a su primer modelo, la estructura podría ser complementaria, en lugar de ser de igual con igual. Duda por un momento, pues, en principio, no ve ninguna razón para esta complementariedad. Entonces recuerda las llamadas «leyes de Chargaff», uno de estos muchos hechos empíricos que se habían mantenido en la base. Dichas «leyes» establecían que siempre había tanta adenina como timina y tanta guanina como citosina, fuera cual fuese el DNA elegido para el análisis. Este hecho aislado, desprovisto de cualquier significación en su primer modelo de igual con igual, proporciona, de repente, una nueva fuerza a su emergente nuevo modelo. No sólo los pares se pueden superponer, sino que las leyes de Chargaff pueden convertirse en una consecuencia de su modelo. Otra característica fortalecía al modelo: sugiere la forma en la que un gen puede dividirse en dos partes y luego cada uno de los ramales crear una copia complementaria exacta de sí mismo. Una hélice podría dar lugar a dos hélices idénticas. Por lo tanto, el significado biológico podría apoyar el modelo.

Cuarto aforismo de Jano:

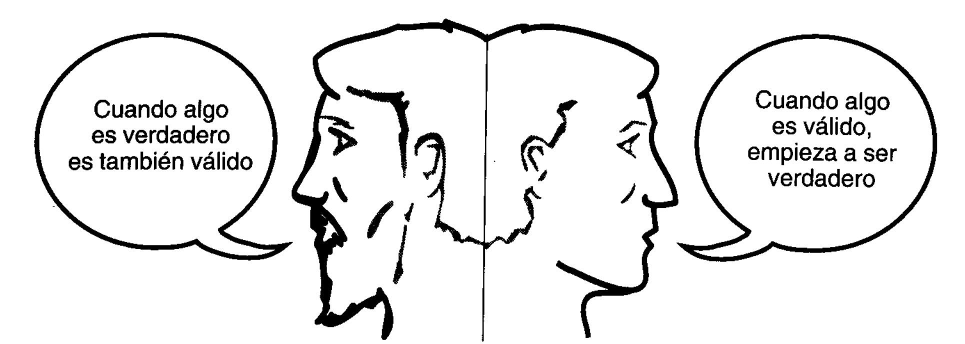


Figura 5

Pero el modelo de cartón de Jim, todavía podría ser destruido, a pesar de estas tres ventajas. Quizá Donohue lo reduciría a cenizas, como intentó hacer pocos días antes. Por eso Jim lo llamó para comprobar si tenía alguna objección. «Cuando dijo que no, mi moral subió vertiginosamente» (Watson: 1968, p. 124). Entonces es Francis el que se apresura al laboratorio y «acopla las bases de distintas formas». El modelo, esta vez, *resiste* el escepticismo de Francis. Ahora, hay muchos elementos decisivos ligados a, y por, la nueva estructura.

Toda las personas convencidas están en la misma habitación y aunque piensan que están en lo cierto, podrían incluso estar engañándose. ¿Qué dirán Bragg y los otros cristalógrafos? ¿Qué objecciones pondrán Maurice Wilkins y Rosalind Franklin, los únicos que poseen imágenes de rayos X del DNA? ¿Verán el modelo como *la* única manera posible de dar, por proyección, la estructura visible en las fotografías de Rosalind? Les gustaría saberlo en seguida, pero temen el peligro de la confrontación decisiva con gente que, en muchas otras ocasiones, ha arruinado sus esfuerzos. Además, falta establecer la prueba de otro aliado, un aliado humilde, seguramente, pero a la vez necesario: «Sin embargo, esa noche no pudimos establecer con firmeza la doble hélice. Hasta que las bases de metal estuvieran disponibles, cualquier construcción del modelo sería demasiado débil como para ser consistente» (Watson: p. 127). Incluso con las leyes de Chargaff, con el significado biológico, con la aprobación de Donohue, con el entusiasmo de todos ellos, con todo el emparejamiento de las bases de su lado, la hélice es aùn débil. El metal es necesario para reforzar la estructura lo suficiente como para que resista las pruebas que los rivales/colegas van a imponerle.

El resto de la historia de la doble hélice se parece a las últimas vueltas de una nominación presidencial. Se introduce a cada uno de los contendientes en la oficina donde se ha configurado el modelo, luchan contra él durante un rato, antes de ser vencidos rápidamente, y luego prometen apoyarlo por completo. Bragg está convencido, aunque todavía le preocupe que nadie más serio que Jim y Francis haya comprobado la hélice. Ahora ya se trata de caza mayor: el encuentro del modelo con aquellos que durante años habían obtenido su imagen proyectada. «Maurice no necesitó más que un minuto para mirar al modelo y encontrarlo de su agrado». «A los dos días de su regreso a Londres, telefoneó para decir que tanto él como Rosy encontraban que sus datos de rayos X confirmaban plenamente la doble hélice» (p. 131). Pronto Pauling afirma su adhesión a la estructura, ahora es el turno de los asesores de *Nature*.

«Naturalmente», dice el lado izquierdo de Jano, «todos están convencidos porque Jim y Francis han dado con la estructura correcta. La estructura del DNA por sí misma es suficiente para que todos estén de acuerdo». «No», dice el lado derecho, «cada vez que alguien más se convence la estructura se hace progresivamente más correcta». Nunca es suficiente: algunos años más tarde en la India y en Nueva Zelanda otros investigadores trabajaron en un modelo llamado de «cremallera torcida»[3] que hacía todo lo que la doble hélice, y un poco más; Pauling había apoyado plenamente su propia estructura que había resultado ser falsa; Jim encontró significado biológico a una estructura igual con igual que sobrevivió sólo durante unas pocas horas; Rosalind Franklin había estado tercamente convencida, al principio, de que se trataba de una hélice de tres ramales; Wilkins ignoraba las formas ceto reveladas por Jerry Donohue; las leyes de Chargaff fueron un hecho insignificante que habían mantenido en la base durante mucho tiempo; por lo que respecta a los átomos de metal de juguete, habían concedido pleno apoyo a innumerables modelos que resultaron ser erróneos. Todo estos aliados se muestran sólidos una vez que la estructura se ha convertido en una caja negra. Mientras no es así, Jim y Francis se esfuerzan todavía en reclutarlos, modificando la estructura del DNA hasta que todos estén satisfechos. Cuando hayan acabado seguirán el consejo del lado izquierdo de Jano. Mientras estén todavía buscando la estructura correcta del DNA, harán mejor en seguir los confusos consejos del lado derecho.

Podríamos revisar todas las opiniones dadas para explicar por qué se cierra una controversia abierta, pero siempre tropezaríamos con una nueva controversia acerca de cómo y por qué se cerró. Tendremos que aprender a vivir con dos voces contradictorias que hablan simultáneamente, una sobre la ciencia en proceso de elaboración, la otra sobre la ciencia elaborada. La última produce frases como «haz esto... haz aquello...»; la primera dice «nunca es suficiente». El lado izquierdo considera que los hechos y las máquinas están suficientemente bien determinados. El derecho considera que los hechos y las máquinas, en proceso de elaboración, están siempre **infradeterminados**.4 Siempre se olvida alguna cosita al cerrar de una vez por todas la caja negra. Hasta el último minuto el *Eagle* puede fallar si West no se esfuerza lo bastante en mantener interesada a la gente de Software, en mantener la presión sobre el equipo de depuración y en hacer publicidad de la máquina en el departamento de márketing.

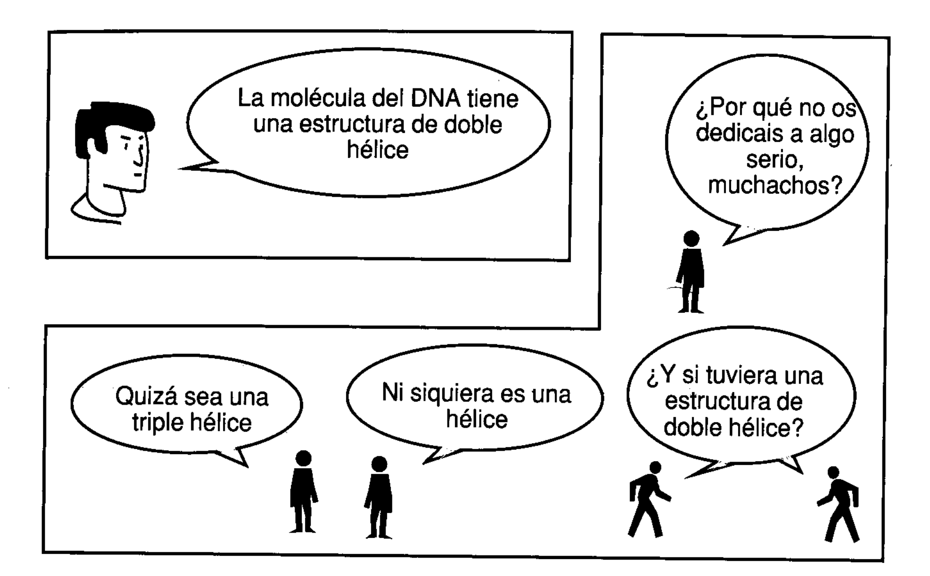
3. LA PRIMERA REGLA DEL MÉTODO

Penetraremos en los hechos y las máquinas mientras se están elaborando; no llevaremos con nosotros preconcepciones acerca de lo que constituye el conocimiento; estudiaremos con detenimiento el cierre de las cajas negras y distinguiremos cuidadosamente dos explicaciones contradictorias de dicho cierre, una expresada cuando éste ha concluido, y la otra mientras se está efectuando. Esto constituirá **nuestra primera regla del método** y hará posible nuestro viaje.

Para trazar a grandes rasgos la estructura general de este libro, lo mejor es dibujar la siguiente tira cómica: comenzamos con un enunciado, extraido de un libro de texto, que esté desprovisto de cualquier trazo de fabricación, construcción o propiedad; luego lo ponemos entre comillas, lo metemos en un bocadillo, y lo colocamos en boca de alguien que habla; entonces añadimos a este personaje parlante, otro personaje *al cual* le está hablando; luego los colocamos a ambos en una situación

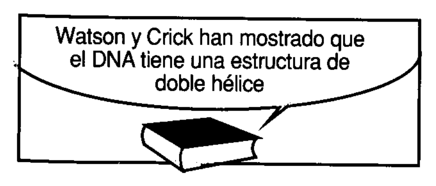
La molécula del DNA tiene una estructura de doble hélice

"La molécula del DNA tiene una estructura de doble hélice"









Puesto que la molécula del DNA tiene una estructura de doble hélice, queda explicada la replicación de los genes

Figura 6

concreta, en algún punto del tiempo y del espacio, rodeados de equipos, máquinas y colegas; entonces, cuando la controversia se enfervoriza un poco, observamos a *dónde* se dirije la gente en disputa, y *qué* nuevo tipo de elementos traen, reclutan o seducen con objeto de convencer a sus colegas; más tarde vemos cómo la gente que ha sido convencida deja de discutir entre sí; las situaciones, las localizaciones e incluso las personas, comienzan a borrarse lentamente; en la última viñeta vemos un nuevo enunciado, sin comillas y escrito en un libro de texto, similar a aquel con el que empezamos en la primera viñeta. Tal es el mecanismo general de lo que estudiaremos, una y otra vez, a lo largo de este libro, penetrando en la ciencia desde el exterior, siguiendo las controversias y acompañando a los científicos hasta el final, y siendo conducidos lentamente fuera de la ciencia en proceso de elaboración.

A pesar de la rica, confusa, ambigua y fascinante imagen que se revela de esta forma, sorprendentemente muy poca gente se ha introducido, desde el exterior, en las operaciones internas de la ciencia y la tecnología, y ha salido luego a explicar a los que permanecían fuera cómo funciona todo. Obviamente, muchos jóvenes han entrado en la ciencia, pero se han convertido en científicos e ingenieros; su participación se hace visible en las máquinas que utilizamos, en los libros de texto que aprendemos, en las píldoras que tomamos, en los paisajes que contemplamos y en los parpadeantes satélites que recorren el cielo nocturno sobre nuestras cabezas. Cómo lo han hecho, no lo sabemos. Algunos científicos hablan de la ciencia, de sus métodos y sus medios, pero pocos aceptan convertirse también en agentes externos; lo que dicen acerca de su profesión es difícil de verificar a falta de un escrutinio imparcial. Otros hablan de la ciencia, de su solidez, de su fundamentación, de su desarrollo o de sus peligros; desafortunadamente a casi ninguno de ellos le interesa la ciencia en proceso de elaboración. Se alejan, asustados, de la mezcla turbulenta que la ciencia en acción revela, y prefieren el modelo ordenado del método y la racionalidad científicas. La mayoría de estas personas están demasiado ocupadas en defender la ciencia y la razón frente a las pseudociencias, el fraude y la irracionalidad, como para estudiarla. Por lo que respecta a los millones, o miles de millones de personas que permanecen en el exterior, lo que saben de la ciencia y la tecnología lo saben sólo a través de la divulgación. Los hechos y artefactos que producen caen sobre sus cabezas como un sino externo, tan extraño, tan inhumano y tan impredecible como el antiguo *fatum* de los romanos.

Además de aquellos que hacen ciencia, que la estudian, que la defienden o que se someten a ella, existen, afortunadamente, unos pocos, formados o no científicamente, que abren las cajas negras para que los que se encuentran fuera puedan dar un vistazo. Llevan nombres muy distintos (historiadores de la ciencia y la tecnología, economistas, sociólogos, profesores de ciencias, analistas de política científica, periodistas, filósofos, científicos y ciudadanos inquietos, antropólogos cognitivos o psicólogos cognitivos), y se les clasifica en la mayoría de las ocasiones con la etiqueta general de «ciencia, tecnología y sociedad». Este libro se ha construido sobre la base de su trabajo. Valdría la pena hacer un resumen de sus muchos *resultados* y logros, pero dicha tarea escapa a mis conocimientos. Simplemente desearía compendiar su *método* y dibujar a grandes rasgos el terreno en que se mueven, a veces sin darse cuenta, todos ellos. Haciéndolo me gustaría ayudar a superar dos de las limitaciones de los estudios «ciencia, tecnología y sociedad» que, a mi juicio, frustran su impacto: su organización *según la disciplina* y *según el objeto*.

Los economistas de la innovación ignoran a los sociólogos de la tecnología; los científicos cognitivos nunca utilizan estudios sociales de la ciencia; la etnociencia está alejada remotamente de la pedagogía; los historiadores de la ciencia prestan poca atención a los estudios literarios o a la retórica; los sociólogos de la ciencia

a menudo no ven relación alguna entre su trabajo académico y las experiencias *in vivo* realizadas por científicos o ciudadanos inquietos; los periodistas, rara vez citan trabajos eruditos sobre estudios sociales de la ciencia; y así sucesivamente.

Esta Babel de disciplinas no importaría mucho si no estuviera empeorada por otra división, hecha de acuerdo con los objetos que estudian cada una de ellas. Existen historiadores de la química del siglo dieciocho o de la física alemana de finales del diecinueve; incluso las asociaciones de ciudadanos están especializadas, algunas en la lucha contra la energía nuclear, otras combatiendo las empresas químicas, y otras, incluso, contra la nueva enseñanza de las matemáticas; algunos científicos cognitivos estudian a niños pequeños en marcos experimentales, mientras que otros están interesados en el razonamiento cotidiano de los adultos; incluso entre los sociólogos de la ciencia, los hay que se centran en microestudios de la ciencia mientras que otros se ocupan de proyectos ingenieriles a gran escala; los historiadores de la tecnología se alinean, a menudo, según las especialidades técnicas de los ingenieros, algunos estudian las industrias aeronáuticas, mientras que otros prefieren las telecomunicaciones o el desarrollo de las máquinas de vapor; respecto a los antropólogos que estudian el pensamiento «salvaje», son pocos los que se ocupan del conocimiento moderno. Esta dispersión de discipinas y objetos no constituiría un problema si fuese el sello de una *especialización* fecunda y necesaria, que surgiese a partir de un núcleo de problemas y métodos comunes. Sin embargo, la situación dista mucho de ser así. Las ciencias y las tecnologías a estudiar son los principales factores que determinan esta imprevista proliferación de intereses y métodos. Nunca he conocido a dos personas que estuvieran de acuerdo acerca del significado del dominio llamado «ciencia, tecnología y sociedad»; de hecho pocas veces he visto a alguien que estuviera de acuerdo con el nombre o incluso ¡con la existencia del dominio!

Sostengo que el dominio existe, que hay un núcleo de problemas y métodos comunes, que es importante, y que todas las disciplinas y objetos de los estudios «ciencia, tecnología y sociedad» pueden emplearse como material especializado de trabajo. Para definir la pregunta de qué se trata en este dominio, lo único que necesitamos son unos pocos conjuntos de conceptos suficientemente sólidos para resistir el viaje a través de todas estas disciplinas, períodos y objetos.

Soy muy consciente de que existen conceptos más sofisticados, sutiles, firmes y potentes que los que yo he elegido. ¿No fracasarán? ¿Resistirán todo el trayecto? ¿Serán capaces de enlazar suficientes hechos empíricos? ¿Son lo bastante manejables como para resolver ejercicios prácticos*? Estas son las cuestiones que me guiaron a seleccionar de la literatura **reglas del método** y **principios**, y a dedicarles, a cada par, un capítulo.** El *status* de las reglas es bastante distinto al de los principios, y no espero que sean evaluados de la misma forma. Por «reglas del método» entiendo las decisiones que deben ser tomadas *a priori* para considerar todos los hechos empíricos suministrados por las disciplinas especializadas, que son parte del dominio de «ciencia, tecnología y sociedad». Por «principios» me refiero a *mi* resumen personal de los hechos empíricos disponibles después de una década de trabajo en este área. Por lo tanto, espero que estos principios sean discutidos, falsificados y reemplazados por otros resúmenes. Por otro lado, las reglas del método constituyen un paquete

* El presente libro debía ir acompañado, en principio, de ejercicios al final de cada capítulo. Por falta de espacio, las prácticas serán objeto de un segundo volumen.

**Excepto a la primera regla del método. Al final del libro se ofrece un resumen de dichas reglas y principios.

difícil de negociar si no se quiere perder de vista el campo común que quiero esbozar. Se trata más bien de una cuestión de todo o nada, y creo que se las debe juzgar únicamente desde esta base: ¿vinculan a más elementos que otras? ¿Permiten a los que permanecen fuera seguir la ciencia y la tecnología más lejos, más tiempo y de forma más independiente? Esta será la única regla del juego, es decir, la única «meta» (regla que necesitaremos para seguir con nuestro trabajo).

PARTE I

De una retórica débil a una más fuerte

1

Literatura

Existen muchos métodos para estudiar la elaboración de hechos científicos y de artefactos técnicos. Sin embargo, la primera regla del método que decidimos utilizar en la introducción es la más sencilla de todas. No intentaremos analizar los productos finales, un ordenador, una central nuclear, una teoría cosmológica, la forma de la doble hélice, una caja de píldoras anticonceptivas o un modelo económico; en su lugar, seguiremos la pista a los científicos y a los ingenieros en los momentos y en los lugares en que planifican una central nuclear, formulan una teoría cosmológica, modifican la estructura de una hormona anticonceptiva o recomponen las cifras utilizadas en un nuevo modelo económico. Vamos de los productos finales a la producción, de objetos estables «fríos» a objetos inestables y más «calientes». En lugar de encerrar los aspectos técnicos de la ciencia en una caja negra y buscar *luego* sus prejuicios e influencias sociales, nos dimos cuenta en la introducción cuánto más simple era estar presente *antes* que la caja se cerrase y se volviese negra. Con este sencillo método sólo tenemos que seguir a los mejores guías, los propios científicos, en sus esfuerzos por cerrar una caja negra y abrir otra. Esta postura relativista y crítica no la imponemos nosotros a los científicos que estudiamos; es lo que los propios científicos hacen, al menos en la ínfima parte de la tecnociencia en la que trabajan.

Para emprender nuestra investigación, comenzaremos con la situación más simple de todas las posibles: lo que sucede cuando alguien profiere un enunciado y los demás creen o no en él. Desde esta situación tan general, iremos gradualmente a situaciones más concretas. Tanto en este capítulo, como en el siguiente, seguiremos a un personaje, a quien por el momento apodaremos «el disidente». En esta primera parte del libro observaremos hasta qué extremo es conducido un intruso ingenuo que se niega a creer un enunciado.

A. CONTROVERSIAS

1. MODALIDADES POSITIVAS Y NEGATIVAS

¿Qué sucede cuando alguien no cree un enunciado? Permítanme experimentar con tres casos sencillos

> 1) Los nuevos misiles soviéticos que apuntan a las bases de misiles Minutemen tienen un margen de error de 100 metros.[1]

> 2) Dado que [los nuevos misiles soviéticos tienen un margen de error de 100 metros] los misiles Minutemen ya no están seguros, y esta es la principal razón por la que el sistema de armamento MX es necesario.

> 3) Los defensores del MX en el Pentágono han filtrado astutamente la información de que [los nuevos misiles soviéticos tienen un margen de error de 100 metros].

En los enunciados 2 y 3 encontramos insertada la afirmación 1. A dichos enunciados los denominamos **modalidades** porque modifican (o califican) a otro. Los efectos de las modalidades en 2 y 3 son completamente diferentes. En 2, se supone que el enunciado 1 es lo suficientemente sólido como para hacer necesaria la construcción del MX, mientras que en 3 el mismo enunciado está debilitado puesto que se cuestiona su validez. Una de las modalidades nos conduce «río abajo», por así decirlo, desde la existencia de misiles soviéticos de gran precisión a la necesidad de construir el MX; la otra nos conduce «río arriba» desde la creencia en el mismo enunciado 1 a lo incierto de nuestro conocimiento sobre la precisión de los misiles soviéticos. Si insistimos en ello, podemos ser conducidos todavía «más arriba», como en la siguiente frase:

> 4) El agente secreto 009 en Novosibirsk susurró a la criada, antes de morir, que había oído por los bares que algunos oficiales pensaban que en condiciones de prueba ideales alguno de sus [misiles] podría [tener un margen de error] entre [100] y 1000 [metros], o al menos así decía el informe que llegó a Washington.

En este ejemplo, el enunciado 1 ya no está insertado en otra frase, sino fragmentado, y cada parte, que he puesto entre corchete, remite a un complejo proceso de elaboración del que parece haber sido extraído. Las direcciones en que se invita a ir a los lectores de las frase 2 y 4 son notablemente diferentes. En el primer caso, se les dirige al desierto de Nevada, en Estados Unidos, para buscar un emplazamiento adecuado para el MX; en el otro, se les orienta hacia la infiltración del Pentágono en la red de espías y contrainformación de la CIA. En ambos casos se les induce a hacer preguntas diferentes. Si aceptan el enunciado 1, se preguntarán si el MX está bien diseñado, cuánto costará y dónde se emplazará; si creen el enunciado 2 o el 4, se preguntarán cómo está organizada la CIA, por qué se ha filtrado esa información, quién mató al agente 009, cómo se determinan las condiciones de prueba de los misiles en Rusia, etc. Un lector que no sepa en qué frase creer vacilará entre dos actitudes; manifestarse en contra de los rusos y a favor del MX o bien, contra la CIA y a favor de un debate en el Congreso, sobre el personal del servicio de información. Está claro que quien quiera que el lector de estos enunciados se manifieste bien en contra de los rusos, o bien en contra de la CIA, deberá hacer más verosímil un enunciado que el otro.

Llamaremos **modalidades positivas** a aquellos enunciados que apartan a una afirmación de sus condiciones de producción, haciéndola suficientemente sólida para inducir otras consecuencias necesarias. Llamaremos **modalidades negativas** a aquellos enunciados que llevan a una afirmación en la dirección opuesta, es decir, hacia sus condiciones de producción y a explicar en detalle por qué es sólida o débil, en vez de utilizarla para inducir otras consecuencias más necesarias.

Las modalidades negativas y positivas no son exclusivas de la política. Un segundo y más serio ejemplo clarificará esta cuestión:

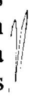
> 5) La estructura primaria de la hormona estimulante de la hormona del crecimiento[2] (GHRH*) es Val-His-Leu-Ser-Ala-Glu-Glu- Lys-Glu-Ala.

> 6) Ahora que el Dr. Schally ha descubierto [la estructura primaria de la GHRH], es posible comenzar los estudios clínicos en el hospital, para tratar ciertos casos de enanismo, dado que la GHRH activaría la hormona del crecimiento de la que carecen.

> 7) El Dr. Schally ha afirmado durante años, en su laboratorio de Nueva Orleans, que [la estructura primaria de la GHRH era Val-His- Leu-Ser-Ala-Glu-Glu-Lys-Glu-Ala]. Sin embargo, por alguna extraña coincidencia, esta estructura es la misma que la de la hemoglobina, un componente corriente de la sangre y un contaminante frecuente del extracto purificado de cerebro, si es manipulado por investigadores incompetentes.

El enunciado 5 está desprovisto de cualquier rastro de paternidad, construcción, tiempo o lugar. Podría haberse conocido desde hace siglos o haber sido escrito por Dios mismo junto a los Diez Mandamientos. Es, como nosotros decimos, un **hecho**. Y punto. Como el enunciado 1 sobre la precisión de los misiles soviéticos, está insertado, sin más modificaciones, en otros enunciados: no se dice nada más acerca de la GHRH; dentro de estos nuevos enunciados, el enunciado 5 se convierte en un caso cerrado, en una afirmación indiscutible, en una caja negra. Dado que ya no hay nada más que decir sobre él, puede utilizarse para conducir al lector a algún otro lugar «río abajo», por ejemplo, a una sala de hospital, para ayudar a los enanos a crecer. En el enunciado 7, el hecho original experimenta una transformación diferente, similar a lo que le había ocurrido a la precisión de los misiles en los enunciados 3 y 4. El enunciado original 5 lo profiere alguien situado en el tiempo y el espacio; y lo que es más importante, aparece como algo extraído de una compleja situación de trabajo, no como un regalo divino, sino como un producto fabricado por el hombre. La hormona se aisla de un caldo compuesto de muchos ingredientes; podría ser que el Dr. Schally hubiera confundido un contaminante con una nueva y genuina sustancia. La prueba de ello es la «extraña coincidencia» entre la secuencia de la GHRH y la de la cadena-beta de la hemoglobina. Podrían ser homónimos, ¿pero, se puede imaginar a alguien que confunda la orden: ¡estimula la hormona de crecimiento!, con la instrucción «¡dame tu dióxido de carbono!»?

En función del enunciado que creemos, se nos induce a nosotros, los lectores, a ir en sentidos opuestos. Si seguimos el enunciado 6 que toma a la GHRH como un hecho, investigaremos posibles curas del enanismo, exploraremos formas de producir industrialmente la GHRH, iremos a los hospitales a probar dicho medicamento, etc. Si creemos el enunciado 7, volveremos al laboratorio del Dr. Schally en Nueva Orleans, aprenderemos a purificar extractos de cerebro, preguntaremos a los técnicos si ha escapado a su consideración alguna dificultad, etc. De acuerdo con la dirección que tomemos, el enunciado original 5 cambiará su *status*: será o bien una caja negra o bien una controversia encarnizada; una certeza de solidez eterna o uno de esos



artefactos* de corta duración que aparecen en el trabajo de laboratorio. Insertada en 6, 5 proporcionará terreno firme para hacer algo más; pero fragmentada en 7 será una afirmación vacía más, de la que nada podremos concluir.

Un tercer ejemplo mostrará que estos dos sentidos básicos también se pueden reconocer en el trabajo de los ingenieros:

> 8) La única forma de producir rápidamente células de combustible[3] eficientes es centrarse en el comportamiento de los electrodos.

> 9) Puesto que [la única forma de que nuestra empresa produzca células de combustible eficientes es estudiar el comportamientos de los electrodos] y, como este comportamiento es demasiado complejo, propongo que nuestro laboratorio se concentre el próximo año en el modelo de poro único.

> 10) Tienes que tener una formación metalúrgica para creer que puedes abordar la cuestión de las [células de combustible] a través del problema de los [electrodos]. Hay muchas otras formas que ellos ni siquieran pueden soñar porque no saben física del estado sólido. Por ejemplo, una forma obvia es estudiar la electrocatálisis. Si se quedan atascados en sus electrodos, no adelantarán ni un centímetro.

El enunciado 8 establece como una cuestión de hecho el único sentido de investigación que conducirá a la empresa a la consecución de células de combustible y, así, al futuro motor eléctrico que, a los ojos de la compañía, reemplazará en gran parte, si no completamente, los motores de combustión interna. El mismo enunciado se retoma luego en el 9 y, a partir de él, se construye un programa de investigación: el del modelo de poro único. Sin embargo, en el enunciado 10 no se adopta el tono de «cuestión de hecho» del enunciado 8. Más exactamente, muestra que 8 no ha sido siempre una cuestión de hecho, sino que es el resultado de una *decisión* tomada por individuos concretos cuya formación metalúrgica e ignorancia son señaladas. El mismo enunciado propone, luego, otra línea de investigación utilizando otra disciplina y otros laboratorios de la misma compañía.

Es importante comprender que el enunciado 10 no discute en ningún momento que la empresa deba conseguir rápidamente células de combustible eficientes; recoge esta parte del enunciado 8 y la considera como un hecho, rechazando únicamente la idea de que estudiar el electrodo sea la mejor forma de alcanzar esta meta indiscutible. Si el lector cree en la afirmación 9, la creencia en 8 sale reforzada; toma el conjunto como un paquete y va allí donde lo conduce el programa de investigación, al interior de la sección de metalurgia de la empresa, a observar los modelos de poro único de electrodos y a pasarse años a la espera del descubrimiento. Si el lector cree en la afirmación 10, entonces se da cuenta de que el enunciado original 8 no era *una* caja negra, sino al menos *dos*; la primera se mantiene cerrada: las células de combustible son el objetivo correcto, la otra se abre: el modelo de poro único es un absurdo; para desarrollar la primera, la empresa debería dirigirse a la física cuántica y contratar nuevo personal. Según a quien se crea, la empresa quebrará o no; el consumidor del año 2000 conducirá un automóvil eléctrico con células de combustible o no.

* En el argot de laboratorio, los científicos utilizan el término «artefacto» para referirse a algo que en principio se creía un hecho verdadero y, durante el proceso de investigación deviene falso. (N. del T.)

De estos tres ejemplos mucho más simples y menos prestigiosos que los citados en la introducción, podemos extraer las siguientes conclusiones. Un enunciado puede acercarse más a ser un hecho o un artefacto, en función de la forma en que se inserte en otros enunciados. *Por sí mismo, un enunciado dado no es ni un hecho ni una ficción; son otros enunciados posteriores los que los convierten en tal.* Se acerca más a un hecho si se inserta como una premisa cerrada, obvia, firme y compacta de la que se extrae otra consecuencia menos cerrada, menos obvia, menos firme y menos cohesionada. La forma final del MX está menos determinada en el enunciado 2 que la precisión de los misiles soviéticos; la cura del enanismo no está tan bien establecida en el enunciado 6 como la estructura de la GHRH; aunque en el enunciado 9 se da por seguro que el camino correcto hacia las células de combustible es estudiar los electrodos, el modelo de poro único es menos seguro que este hecho indiscutible. En consecuencia, los oyentes hacen que los enunciados pierdan algo de su carácter de hechos si los devuelven a su lugar de origen, a las bocas y a las manos de aquellos que los elaboraron; o los transforman más en hechos si los utilizan para alcanzar otros objetivos más inciertos. La diferencia es tan grande como ir río arriba o río abajo. Si van hacia abajo, los oyentes son conducidos a manifestarse contra los rusos (véase 2), a los estudios clínicos del enanismo (véase 6), o a la metalurgia (véase 9). Río arriba, son dirigidos a indagar en la CIA (véase 3), a investigar en el laboratorio del Dr. Schally (véase 7), o a estudiar lo que la física cuántica nos puede decir sobre células de combustible (véase 10).

Ahora podemos comprender por qué estudiar las primeras etapas de la elaboración de hechos y máquinas es más provechosa que quedarse en las etapas finales. Según el tipo de modalidad *se conducirá* a la gente por caminos completamente diferentes. Si imaginamos a alguien que haya escuchado las afirmaciones 2, 6 y 9, y las haya creído, su comportamiento sería el siguiente: habría votado por los congresistas defensores del MX, habría comprado acciones en las empresas productoras de GHRH, y habría contratado a metalúrgicos. Quien haya creído las afirmaciones 3, 4, 7 y 10 habría investigado a la CIA, rebatido la purificación de extractos de cerebro, y habría contratado físicos cuánticos. Teniendo en cuenta estos resultados tan diferentes podemos adivinar fácilmente que es en torno a las modalidades, donde encontraremos las disputas más encarnizadas puesto, que es allí donde se modela el comportamiento de otras personas.

Al seguir las primeras etapas de la elaboración de hechos obtenemos, además, dos ventajas adicionales. Primero, los científicos, ingenieros y políticos nos ofrecen constantemente un rico material transformando los enunciados de otros, ya sea en hechos o en ficciones. Preparan el terreno para nuestros análisis. Nosotros, los legos, intrusos y ciudadanos, seríamos incapaces de discutir el enunciado 1 sobre la precisión de los misiles soviéticos, el 5 sobre la estructura de aminoácidos del factor de estimulación de la hormona del crecimiento, y el 8 sobre la manera correcta de fabricar células de combustible. Pero, desde el momento en que otros las discuten y las devuelven a sus condiciones de producción, se nos conduce sin dificultad a los procesos de trabajo que extraen información de los espías, de los caldos cerebrales o de los electrodos, procesos de trabajo que nunca antes hubiéramos sospechado. En segundo lugar, en el ardor de la controversia, los especialistas pueden explicar por qué sus oponentes piensan de otra manera: el enunciado 3 afirma que los partidarios del MX están interesado en creer en la precisión de los misiles soviéticos; en la frase 10, la creencia de algunos en un proyecto de investigación absurdo se imputa a su formación metalúrgica. Con otras palabras, cuando analizamos una controversia más de cerca, ¡la mitad del trabajo de interpretación de los motivos que se esconden tras las creencias ya está hecho!

2. EL DESTINO COLECTIVO DE LA ELABORACIÓN DE HECHOS

Si los dos sentidos que esbocé fueran tan claramente visibles a los ojos de alguien que abordara la construcción de hechos, la mayoría de debates terminarían rápidamente. El problema es que nunca nos enfrentamos con tan claras intersecciones. Los tres ejemplos que he elegido han sido interrumpidos arbitrariamente para revelar únicamente dos caminos distintos. Si dejamos continuar la historia un poco más, el argumento se complica y la interpretación se vuelve mucho más compleja.

Los enunciados 3 y 4 niegan los informes sobre la precisión de los misiles soviéticos. Pero 4 lo hace utilizando una historia policíaca que revela el funcionamiento interno de la CIA. Una réplica a esta revelación puede imaginarse fácilmente:

> 11) La certeza de la CIA respecto al margen de error de 100 metros de los misiles soviéticos no está basada en el informe del agente 009, sino en cinco fuentes independientes. Permítanme sugerir que sólo grupos financiados por los soviéticos pueden tener interés en crear confusión sobre este hecho incontrovertible.

Ahora los lectores ya no saben a dónde ir. Si el enunciado 4, que niega la verdad del enunciado 1, es asimismo negado por el enunciado 11, ¿qué deberán hacer? ¿Deben protestar contra los especialistas en contrainformación pagados por el KGB que han fraguado el enunciado 4, y apoyar el proyecto MX con aún mayor determinación? ¿O deben, por el contrario, protestar contra los especialistas en contrainformación pagados por la CIA que han fabricado 11, y continuar sus debates sobre la red de inteligencia con aún mayor determinación? En ambos casos, se incrementa la determinación, ¡pero la inseguridad también aumenta! Rápidamente la controversia alcanza la complejidad de la carrera de armamentos: a los misiles (argumentos) se les oponen misiles antibalísticos (contraargumentos) que a su vez son contraatacados por otras armas más rápidas (argumentos).

Si volvemos, ahora, al segundo ejemplo, es muy fácil continuar tras el enunciado 7, que criticaba la manipulación de la GHRH realizada por el Dr. Schally, y replicar:

> 12) Si hay una «extraña coincidencia», reside en el hecho de que la crítica al descubrimiento de la GHRH por el Dr. Schally haya sido realizada de nuevo por su viejo enemigo, el Dr. Guillemin...Respecto a la homonimia de estructura entre la hemoglobina y la GHRH, ¿qué pasa? No prueba que Schally haya confundido un contaminante con una hormona genuina, de la misma forma que «tuvo un ataque» no debe confundirse con «estaba en forma».*[d]

Al leer el enunciado 6 que da por supuesta la existencia de la GHRH, el lector, podrías haber decidido invertir dinero en empresas farmacéuticas; al tener noticia de 7 habrías cancelado todos tus planes y podrías haber comenzado a averiguar por qué la Administración de Veteranos financiaba con fondos públicos un trabajo tan fútil. Pero, después de leer las contraafirmaciones del enunciado 12, ¿qué harías? Para decidirte debes evaluar la personalidad del Dr. Guillemin. ¿Es un hombre lo suficientemente malvado como para formular dudas sobre el descubrimiento de un competidor por pura envidia? Si lo crees, entonces 7 queda inutilizado, lo que elimina las dudas acerca del enunciado 5. Si, por el contrario, crees en la honestidad de Guillemin, entonces el enunciado 12 está en peligro, y lo mismo sucede con la afirmación 5.

* Juego de palabras intraducible entre *he had a fit* (le dio un ataque), y *he was fit* (estaba en forma) (N. del T.).

En este ejemplo, lo único que se mantiene firme es la cuestión de la homonimia; para decidirte sobre este asunto debes introducirte mucho más profundamente en la fisiología: ¿Es posible que la sangre transporte dos mensajes homónimos a las células sin causar daños en el cuerpo?

Al formular estas dos preguntas, sobre la integridad de Guillemin y sobre un principio de la fisiología, podrías escuchar otra réplica (a la réplica de la réplica):

> 13) ¡Imposible! no puede tratarse de una homonimia. Es una equivocación evidente cometida por Schally. Además, Guillemin siempre ha sido más fiable que él. ¡No creeré en absoluto en esta GHRH, aunque se fabrique, se haga publicidad en las revistas de medicina, o incluso se venda a los médicos!

Con este enunciado el lector está asistiendo, ahora, a una partida de billar: si 13 es verdadero, entonces 12 está completamente equivocado, con la consecuencia de que 7, que discutía la existencia de la sustancia de Schally, era correcto, y, entonces, el enunciado 5 (la afirmación original), queda desautorizado. Naturalmente, de lo que se trata es de valorar la credibilidad del enunciado 13. Si lo profiere un admirador acrítico de Guillemin o alguien que no sepa nada de fisiología, entonces 12 puede volverse bastante verosímil, lo cual eliminaría el enunciado 7 y establecería, de este modo, 5 ¡cómo un hecho comprobado!

Para no agotar la paciencia del lector terminaré aquí la historia, pero es obvio que el debate podría continuar. La primera lección de importancia es esta: si el debate continuase, investigaríamos más profundamente en cuestiones de fisiología, en las personalidades de Schally y Guillemin y, más aún, en los detalles de la obtención de las estructuras de la hormona. El número de nuevas condiciones de producción que debemos abordar nos aleja, cada vez más, de los enanos y de las salas de hospital. La segunda lección es que con cada réplica añadida al debate, *se modificará* el *status* del descubrimiento original hecho por Shally en la afirmación 5. Insertado en 6, se convierte más en un hecho; menos, cuando se fragmenta en 7; más, con 12 que elimina a 7, menos, nuevamente, en 13, etc. El destino del enunciado, es decir, la decisión acerca de si es un hecho o una ficción, depende de los debates posteriores. Ello no ocurre solamente con el enunciado 5 que he elegido artificialmente como origen del debate, sino con todos los enunciados que lo califican o modifican. Por ejemplo 7, que discute la capacidad de Schally, se vuelve más un hecho con 13 que establece la honestidad de Guillemin, pero menos con 12 que pone en duda su apreciación. Esta dos lecciones son tan importantes que podría decirse que este libro es simplemente un desarrollo de esta cuestión esencial, *el estatus de un enunciado depende de enunciados posteriores*. Su certeza depende del enunciado aceptado a continuación; esta atribución retrospectiva se repite para cada nuevo enunciado, que también será un hecho o una ficción dependiendo de un tercero, y así sucesivamente.

El mismo fenómeno se puede ver en esencia en el tercer ejemplo. Antes de construirse un artefacto tienen lugar muchos debates para determinar su forma, función o costo. El debate sobre las células de combustible se puede reavivar fácilmente. El enunciado 10 discutía que el camino correcto para el desarrollo de células de combustible fuese el modelo de electrodo de poro único, pero no ponía en duda que las células de combustible fueran la trayectoria idónea para el futuro de los automóviles eléctricos. Podría hacerse la siguiente réplica:

14) ¿Y por qué meternos en la física cuántica? ¿Para gastar millones en ayudar a lo físicos en sus caprichosos proyectos? Esto es hacer contrabando, no innovación tecnológica. El único futuro posible de los automóviles eléctricos es muy simple: las baterías; son seguras, baratas y ya están ahí. Su único problema es el peso, pero si investigaramos en ello y no en física, muy pronto serían más ligeras.

La compañía recibe una nueva propuesta. Los físicos, que en el enunciado 10 constituían el camino del progreso, son ahora el arquetipo del callejón sin salida. El futuro de las células de combustible que en los enunciados 8, 9 y 10 estaban encerradas junto con el automóvil eléctrico en una caja negra, se pone ahora en duda. Son reemplazadas por las baterías. Sin embargo, en el enunciado 14 se aceptan los automóviles eléctricos como una premisa indiscutible. La siguiente afirmación rechaza esa postura:

15) Oigan, la gente siempre utilizará el motor de combustión interna, sea cual sea el coste de la gasolina. ¿Y saben por qué? Porque funcionan. Los automóviles eléctricos son lentos, la gente nunca los comprará. Prefieren una aceleración potente a todo lo demás.

Suponte que formas parte del Consejo de Administración de una empresa que debe decidir si invierte o no en la investigación sobre células de combustible. A estas alturas estarías bastante confundido. Cuando aceptaste el enunciado 9 estabas a punto de invertir en el modelo de electrodo de poro único, tal como, convincentemente, lo definían los metalúrgicos. Luego, cambiaste tu parecer al escuchar la crítica realizada en 10 a los metalúrgicos y quisiste investigar en física cuántica, contratando a nuevos físicos. Pero, después de escuchar el enunciado 14, decidiste comprar acciones en las compañías fabricantes de baterías tradicionales. Después de escuchar el enunciado 15, si lo crees, harás mejor no vendiendo ninguna de tus acciones de General Motors. ¿Quién tiene razón? ¿A quién debes creer? La respuesta a esta pregunta no se encuentra en ninguno de los enunciados, sino en lo que se haga luego con ellos. Si deseas comprarte un automóvil ¿te influirá el alto precio de la gasolina? ¿Preferirías un automóvil eléctrico, más lento pero más barato? En caso afirmativo, el enunciado 15 está equivocado y los enunciados 8, 9 y 10 eran correctos, puesto que todos ellos exigían automóviles eléctricos. Si el consumidor compra un automóvil con motor de combustión interna sin ningún tipo de vacilación o duda, entonces el enunciado 15 es correcto y todos los demás estaban equivocados por pretender invertir millones en tecnologías inútiles, sin futuro.

Esta transformación retrospectiva del valor de verdad de los primeros enunciados, no sucede sólo cuando los consumidores entran en juego al final de la disputa, sino también cuando el Consejo de Administración de la empresa decide la estrategia de su investigación. Suponte que «compraste el argumento» presentado en el enunciado 10. Quieres automóviles eléctricos, crees que las células de combustible y la física cuántica son el único modo posible para conseguirlos. Esta decisión *hace más falsos* todos los demás enunciados. Los lazos entre el futuro de los automóviles, los motores eléctricos, las células de combustible y la electrofísica estan mezclados en una única caja negra que nadie en la empresa va a discutir. Todos comenzarán a partir de ella: «Como el enunciado 10 es correcto, vamos a invertir muchos millones». Como podremos ver en el capítulo 3, esto no significa que tu empresa vaya a vencer. Significa que en la medida de lo posible, has determinado la forma de los otros artefactos y hechos del pasado, para vencer: tu decisión debilita el motor de combustión interna y lo convierte en una tecnología obsoleta; al mismo tiempo la electrofísica

sale reforzada, mientras que la sección de metalurgía de la empresa se excluye cortésmente del juego. Las células de combustible tienen, ahora, un aliado más poderoso: el Consejo de Administración.

De nuevo voy a interrumpir abruptamente la controversia por razones prácticas. La empresa quebrará, se convertirá en la IBM del siglo XXI o permanecerá en el limbo durante años. Lo significativo de estos tres ejemplos es que *el destino de lo que decimos o hacemos está en manos de los usuarios posteriores*. Comprar un artefacto sin vacilar o creer un hecho de la misma forma, tienen la misma consecuencia: refuerzan la causa de lo que se compra o crea, ayudan a convertirlo en una caja negra. No creer o, por así decirlo, «no comprar» un artefacto o un hecho es debilitar su causa, interrumpir su difusión, transformarlo en un callejón sin salida, reabrir la caja negra, dividirlo y colocar de nuevo los componentes en otra parte. Por sí mismos, un enunciado, una pieza de una máquina o un proceso, se pierden. Solamente observándolos u observando sus propiedades internas, no puedes decidir si son verdaderos o falsos, eficientes o antieconómicos, costosos o baratos, fuertes o débiles. Estas características sólo se adquieren gracias a la *incorporación* en otros enunciados, procesos y piezas de maquinaria. Estas incorporaciones las decidimos constantemente cada uno de nosotros. Confrontados con una caja negra, tomamos una serie de decisiones. ¿La aceptamos? ¿La rechazamos? ¿La abrimos de nuevo? ¿La dejamos de lado por falta de interés? ¿La hacemos más sólida aceptándola sin mayores discusiones? ¿La transformamos hasta que sea irreconocible? Esto es lo que les sucede a los enunciados de otros en nuestras manos, y lo que les sucede a *nuestros* enunciados en manos de otros. En resumen, la elaboración de hechos y artefactos es un proceso *colectivo* (este es el enunciado que espero que *tú* creas, su destino, como el de los demás enunciados, está en tus manos). Es tan esencial para la continuación de nuestro viaje a través de la tecnociencia* que lo denominaré nuestro **primer principio**: el resto del libro justificará de sobra esta denominación tan grandilocuente.

B. CUANDO ESTALLAN LAS CONTROVERSIAS LA LITERATURA SE VUELVE TÉCNICA

Cuando nos acercamos a los lugares donde se elaboran los hechos y las máquinas, nos metemos de lleno en las controversias. Cuanto más cerca estamos más controvertidas se vuelven. Cuando vamos de la «vida diaria» a la actividad científica, del hombre de la calle a los hombres de laboratorio, de la política a la opinión experta, no vamos del ruido al silencio, de la pasión a la razón, del acaloramiento a la frialdad. Vamos de controversias a controversias más feroces. Es como leer un libro de derecho y luego ir a un juzgado para observar a un jurado vacilante ante el impacto de pruebas contradictorias. Aún mejor, es como trasladarse desde un libro de derecho al Parlamento cuando la ley es todavía un proyecto. Ciertamente más ruido, no menos.

En la sección previa detuve las controversias antes de que pudieran proliferar. En la vida real no se las puede detener o dejar ir a voluntad. Tienes que decidir entre construir el MX o no; debes saber si vale la pena invertir en la GHRH; tienes

* Para evitar la interminable expresión «ciencia y tecnología» utilizo esta palabra, que en el capítulo 4 definiré ampliamente.

que tomar una decisión acerca del futuro de las células de combustible. Hay muchas maneras de convencer a un jurado, de acabar una controversia, de interrogar a un testigo o a un extracto de cerebro. **Retórica** es el nombre de la disciplina que, durante milenios, ha estudiado cómo hacer que las personas crean algo o se comporten de una determinada forma, y que ha enseñado a la gente a persuadir a los demás. La retórica es una disciplina fascinante aunque despreciada, pero se hace aún más importante cuando los debates son tan exacerbados que se convierten en científicos y técnicos. A pesar de que esta afirmación es ligeramente antiintuitiva, se sigue de lo que he dicho más arriba. Se ha visto en los tres ejemplos que cuanto más dejaba que las controversias continuasen, más nos conducían a lo que se llaman «tecnicismos». Esto es comprensible puesto que la gente en desacuerdo abre cada vez más cajas negras y es arrastrada, por así decirlo, río arriba, cada vez más lejos, hacia las condiciones de producción de los enunciados. Siempre hay un punto en la discusión en el que los recursos locales de aquellos involucrados, no son suficientes para abrir o cerrar una caja negra. Es necesario ir a buscar más recursos a otros lugares y tiempos. La gente empieza utilizando textos, archivos, documentos y artículos para forzar a los demás a transformar en un hecho lo que en principio era una opinión. Si la discusión continúa, los contendientes, en una disputa *oral*, se convierten en *lectores* de textos o informes técnicos. Cuanto más disientan, más científica y técnica será la literatura que se lea. Por ejemplo, si después de leer el enunciado 12, que ponía en duda las acusaciones contra la CIA, todavía se discute el MX, el disidente se enfrentará a montones de informes, debates, transcripciones y estudios. Lo mismo ocurre si eres lo suficientemente obstinado como para no creer en el descubrimiento de Schally. Miles de artículos de neuroendocrinología te estarán esperando. O te rindes o los lees. Como en el caso de las células de combustible, tienen su propia biblioteca de investigaciones, cuyo índice cuenta con más de 30 000 items, sin contar las patentes. Para poder disentir tienes que pasar por eso. Los textos científicos o técnicos (usaré estos términos de manera intercambiable) no se escriben de forma distinta por diferentes razas de escritores. Cuando llegas a ellos no significa que hayas dejado la retórica por el reino más tranquilo de la razón pura. Significa que la retórica se ha vuelto lo suficientemente acalorada, o que es todavía tan activa, como para que se tengan que introducir muchos más recursos para mantener en pie los debates. Permitidme explicarlo examinando la anatomía del más importante y menos estudiado de todos los vehículos retóricos: el artículo científico.

1. INTRODUCIR A LOS AMIGOS

Cuando una discusión oral se enfervoriza demasiado, los disidentes altamente presionados aludirán rápidamente a lo que otros han escrito o dicho. Oigamos una de tales conversaciones a modo de ejemplo:

16) El Sr. Fulano (como si resumiera una vieja disputa): «Teniendo en cuenta que existe una nueva cura del enanismo, ¿cómo puede usted decir esto?»

El Sr. Mengano: «¿Una nueva cura? ¿Cómo lo sabe? Esto se lo ha inventado usted.»

-Lo he leído en una revista.

-¡Vamos! Supongo que habrá sido en un suplemento en color...

-No, fue en *The Times* y el que lo escribió no era un periodista sino alguien con un

-Pero hacía referencia a un artículo publicado en *Nature* por el premio Nobel Andrew Schally y seis colegas suyos, un estudio puntero, financiado por todo tipo de grandes instituciones, como el National Institute of Health y la National Science Foundation, en el que se exponía cuál era la secuencia de una hormona que estimula la hormona del crecimiento. ¿Esto no significa nada?

-¡Oh! Debería haber dicho esto primero...ahora es muy distinto. Sí, me temo que sí.

La opinión del Sr. Fulano puede rechazarse fácilmente. Este es el motivo por el que recurre al apoyo de un artículo publicado en un periódico. Pero esto no impresiona al Sr. Mengano. El periódico es demasiado general y el autor, aunque se llame a sí mismo «doctor», debe ser algún científico en paro que ha acabado escribiendo en *The Times*. La situación se invierte súbitamente cuando el Sr. Fulano apoya su afirmación con un nuevo grupo de aliados: una revista, *Nature*; un premio Nobel, seis coautores y las instituciones subvencionadoras. Como el lector puede imaginar fácilmente, el tono de voz del Sr. Mengano se ha transformado. El Sr. Fulano será tomado en serio dado que ya no está solo: un grupo, por así decirlo, le acompaña. ¡El Sr. Fulano se ha convertido en el Sr. Gentío!

Esta apelación a aliados más numerosos y de más altura, se denomina, a menudo, **argumento de autoridad**. Los filósofos y los científicos lo ridiculizan del mismo modo porque hace que una mayoría inculque sus ideas al disidente, aunque éste «pueda tener razón». Se considera a la ciencia como lo opuesto al argumento de autoridad. Unos pocos convencen a la mayoría porque la verdad está de su lado. Galileo proporciona la forma clásica de esta ridiculización, cuando ofrece un contraste entre la retórica y la ciencia auténtica. Después de haberse burlado de la florida retórica del pasado, Galileo la opone a lo que ocurre en la física:[4]

> Pero en las ciencias físicas cuando las conclusiones son seguras y necesarias y no tienen nada que ver con la preferencia humana, uno debe tener cuidado de no situarse en la defensa del error; porque allí cualquier hombre medio que tropiece por sí mismo con la verdad, dejaría plantados a mil Demóstenes y mil Aristóteles.

Este argumento resulta en principio tan obvio que no parece haber nada que añadir. Sin embargo, una mirada cuidadosa al enunciado revela la presencia de dos argumentos completamente diferentes mezclados entre sí. Aquí, de nuevo, las dos caras de Jano que hemos encontrado en la introducción, no deben confundirse aunque hablen al mismo tiempo. Una boca dice: «la ciencia es la verdad que la autoridad no debe vencer»; la otra pregunta: «¿cómo se puede ser más fuerte que mil políticos y mil filósofos?» En el lado izquierdo, la retórica se opone a la ciencia de la misma forma en que la autoridad se opone a la razón; pero en el derecho, la ciencia es una retórica lo suficientemente poderosa, si hacemos cuentas, ¡como para permitir que un hombre convenza a 2000 prestigiosas autoridades!

«Autoridad», «prestigio» y «posición» son términos demasiado vagos para explicar por qué el artículo de Schally en *Nature* es más convincente que la colaboración del Sr. Don Nadie en *The Times*. En la práctica, lo que hace que el Sr. Mengano cambie de opinión es exactamente lo opuesto al argumento de Galileo. Para dudar de que exista una cura del enanismo, primero tiene que resistirse a la opinión de su amigo, además de a la de un doctor farsante y a la de un periódico. Algo fácil.

muchos que secretamente aconsejaron al Comité, al consejo editorial de *Nature* y a los *referees* que seleccionaron su artículo, a los comités científicos de la Fundación Científica Nacional y del Instituto Nacional de la Salud que le concedieron subvenciones para la investigación y a los muchos técnicos y colaboradores mencionados en los agradecimientos. Un montón de gente y todo esto **antes** de leer el artículo, contando únicamente cuántas personas están comprometidas en su publicación. Para el Sr. Mengano dudar de la opinión del Sr. Fulano no tiene la menor importancia. Pero ¿cómo puedes negar la importancia de docenas de personas cuya honestidad, buen juicio y trabajo duro, debes debilitar antes de discutir la afirmación?

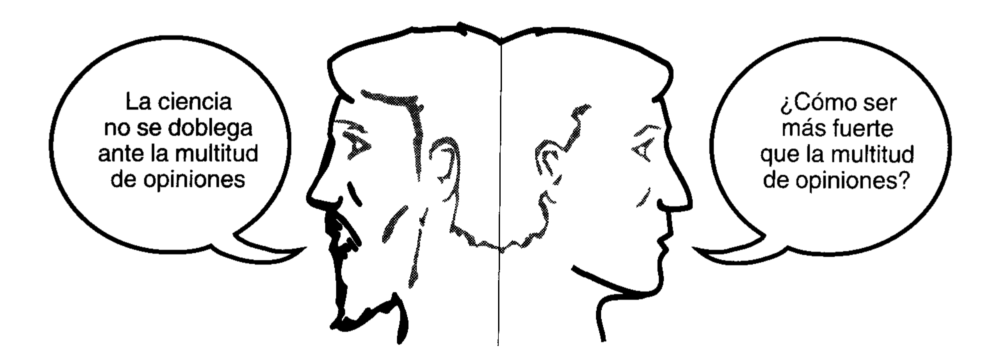


Figura 1.1

El adjetivo «científico» no se atribuye a textos aislados que se pueden oponer a la opinión de la mayoría, en virtud de una facultad misteriosa. Un documento deviene científico cuando sus afirmaciones dejan de estar aisladas y cuando el número de personas comprometidas en su publicación es grande, y están explícitamente indicadas en el texto. Al leerlo, por el contrario, es el lector el que queda aislado. Señalar cuidadosamente la presencia de los aliados, es el primer síntoma de que la controversia se ha acalorado lo suficiente como para generar documentos técnicos.

2. REFERIRSE A TEXTOS ANTERIORES

En las discusiones orales hay un momento en el que recurrir a otros textos no es suficiente para hacer que el oponente cambie de opinión. El texto mismo debe ser presentado y leído. El número de amigos externos que acompañan al texto es un buen indicativo de su fuerza, pero hay una señal más segura: las referencias a otros documentos. La presencia o ausencia de referencias, citas y notas a pie de página se considera tan indicativa de la seriedad del documento, que se puede transformar un hecho en ficción, o una ficción en un hecho, simplemente añadiendo o eliminando referencias.

El efecto de las referencias en la persuasión no se limita al «prestigio» o al «bluff». Se trata, de nuevo, de una cuestión de **números**. Un artículo que no contenga referencias es como un niño sin acompañante que camina de noche por una gran ciudad que no conoce: aislado y perdido; puede pasarle cualquier cosa. Por el contrario, impugnar un artículo con abundantes notas bibliográficas, significa que el disidente tiene que debilitar cada uno de los otros artículos, o como mínimo se enfrenta a la amenaza de tener que hacerlo, mientras que un artículo desnudo indica que tanto el autor como el lector tienen la misma autoridad: están cara a cara. Aquí la diferencia entre la literatura técnica y la no técnica no estriba en que la primera trata sobre hechos y la otra sobre ficciones, sino en que la última hace acopio tan sólo de unos pocos recursos mientras que la primera recurre a muchos, aunque estén muy lejos en el tiempo o el espacio. La figura 1.2 muestra las referencias que refuerzan otro artículo de Schally.[5]

Diga lo que diga el texto, podemos ver que está ligado al contenido de no menos de 35 artículos, y de 16 revistas y libros publicados entre 1948 y 1971. Si deseas hacerle algo a este texto, y si no hay otra manera de deshacerse del argumento, ya sabes por adelantado que tendrás que comprometerte con todos esos artículos y deberás retroceder en el tiempo tantos años como sea necesario.

Sin embargo, acumular montones de referencias no es suficiente para fortalecerte si te enfrentas a un oponente osado. Podría ser, por el contrario, una fuente de debilidad. Si indicas explícitamente los artículos en los que te apoyas, entonces es posible que el lector (si es que todavía quedan lectores) rastree cada una de las referencias y pruebe su grado de vinculación a tu tesis. Y si el lector es suficientemente audaz, el resultado puede ser desastroso para el autor. En primer lugar, muchas referencias pueden estar malinterpretadas o ser erróneas; en segundo lugar, muchos de los artículos citados podrían no tener ninguna relación con la tesis y estar allí únicamente para alardear; en tercer lugar, otras citas pueden estar presentes, pero sólo porque siempre están presentes en los artículos del autor, cualquiera que sea su tesis, para indicar su afiliación y mostrar con qué grupo de científicos se identifica. Estas citas se denominan **rutinarias.**[6] Todos estos pequeños defectos son mucho menos amenazantes para la tesis del autor que las referencias a artículos que sostengan explícitamente lo contrario de lo que el autor afirma. Por ejemplo, la figura 1.2 muestra cómo Schally se refiere al siguiente artículo (referencia número 32):

> 17) 32. Veber, D.F., Bennett, C.,Milkowski, J.D., Gal, G.,Denkewalter, R.D. and Hirschman, R., en *Biochemistry and Biophysics Communication*, 45 (1971) 235.

He aquí un conjunto bastante impresionante de aliados, *si* apoyan la tesis. Pero el autor no debe dejar que el lector atrevido vaya a la referencia 32 por sí solo. ¿Por qué no? Porque en este artículo Veber *et al.* vinculan la estructura de la GHRH de Schally con la de la cadena beta de la hemoglobina, apuntando la misma crítica que ya habíamos observado en el enunciado 7. Un vínculo ciertamente peligroso en manos de un oponente. Para evitarlo, Schally lo cita en su propio texto, pero atenuándolo:

> 18) [Nota añadida en las pruebas] D.F. Veber *et al.* han señalado la similitud entre la estructura de nuestro decapéptido y el radical amino de la cadena beta de la hemoglobina porcina (ref.32). Queda aún por establecer en qué medida esta observación es significativa.

El artículo no sólo está citado; está, además, atenuado o, como dijimos antes, modalizado. En este caso se advierte al lector que no tome el artículo de Veber como un hecho; dado que no está establecido si es significativo, no puede utilizarse contra Schally para destruir su GHRH (recuerden que si las afirmaciones de Veber

Artículo de Schally

–las que se dirigen al texto constituyen el paradigma adoptado

–las que salen del texto discuten los artículos citados (sólo la 32 es crítica)

–las que van en ambas direcciones se refieren a trabajos realizados por el mismo grupo sobre la misma cuestión

Figura 1.2

se convirtieran en un hecho, el propio artículo de Schally pasaría a ser sólo una ficción). Lo que Schally hace al enunciado 17 es lo que hacen todos los artículos a sus referencias. En lugar de unir pasivamente su suerte a la de otros trabajos, el artículo modifica *activamente* el *status* de esos trabajos. Según sus intereses los transforma en hechos o en ficciones, convirtiendo así grupos de aliados dudosos en imponentes conjuntos de obedientes defensores. Lo que se llama el **contexto de cita** nos muestra cómo un texto actúa sobre otros, para hacerlos concordar más con sus afirmaciones.

En el enunciado 18 Schally añadió el otro artículo citado en el extracto 17, para mantenerlo en un estadio intermedio entre el hecho y la ficción. Pero, además, necesita hechos bien establecidos para empezar su artículo con una caja negra que nadie se atreva a abrir. No es sorprendente que esta base sólida se ofrezca al comienzo del artículo:

> 19) El hipotálamo controla la secrección de las hormonas del crecimiento por parte de la glándula pituitaria anterior (ref. 1 a Pend Muller, E.E., *Neuroendocrinology*, 1 (1967) 537). Dicho control se produce gracias a una sustancia hipotalámica denominada hormona estimulante de la hormona del crecimiento (ref. 2 a Schally, A.V., Arimura, A., Bowers, C.Y., Kastin, A.J., Sawano, S. y Redding, T.W., *Recent Progress in Hormone Research*, 24 (1968) 497).

La primera referencia se toma tal cual, sin que se muestre duda o incertidumbre alguna sobre ella. Además, se trata de una cita de cinco años de antigüedad, un período muy grande para estas criaturas de corta vida. Si tú, lector, dudas de este control del hipotálamo, entonces olvídalo, has quedado completamente fuera de la partida. Dentro de la neuroendocrinología este es el punto más sólido, o, como se suele llamar, el **paradigma**.[7] La segunda referencia se toma también como una cuestión de hecho, aunque es ligeramente más débil que la primera. Era imposible disentir ante la referencia 1, por lo menos para un endocrinólogo; con la referencia 2, un colega puede mostrarse quisquilloso: quizá el control se produzca por algo distinto a una hormona; quizá, aunque se trate de una hormona, inhiba la secreción de la hormona del crecimiento en lugar de activarla; o, como mínimo, se puede criticar el nombre que Schally da a esta sustancia (Guillemin, por ejemplo, la llama GRF*). Sin que importen las controversias que puedan arrancar de aquí, Schally necesita que esta referencia en su artículo sea un hecho, porque sin él todo el artículo quedaría sin objeto: ¿por qué buscar una sustancia si se niega la posibilidad de su existencia? No olvidemos que, de acuerdo con nuestro primer principio, tomar las referencias 1 y 2 como cuestiones de hecho las hace más seguras, reforzando su causa tanto como la de Schally.

Este artículo necesita aceptar de forma incuestionada muchos otros trabajos, especialmente aquellos que describen los métodos usados para determinar la secuencia de péptidos en general. Esto queda patente en este otro extracto del mismo artículo:

> 20) El péptido porcino usado en este trabajo era una muestra aislada esencialmente homogénea, tal como se ha descrito previamente (refs. 5,9). [...] En algunos casos los productos de la carboxipeptidasa B se analizaron con el sistema amortiguador de litio de Benson, Gordon y Patterson (ref. 10). [...] La degradación de Edman se ejecutó tal y como Gottlieb *et al.* lo relatan (ref.14). También se utilizó el método de Gray y Smith (ref. 15).

Al contrario de lo que sucedía con las otras, ninguna de estas referencias se modifica, ni positiva ni negativamente. Están ahí simplemente como indicadores que señalan al lector, por si fuera necesario, los recursos técnicos que Schally domina. Al lector que dude de la secuencia de la hormona, se le dirige hacia otro grupo de gente: Benson, Edman, Gottlieb, e incluso Gray y Smith. El trabajo de estas personas no está presente en el texto, pero se indica que puede movilizarse inmediatamente en caso necesario. Se encuentran, digámoslo así, en reserva, listos para porporcionar los muchos apoyos técnicos que Schally necesita para fortalecer su tesis.

Aunque es conveniente que un texto tome referencias que puedan ayudarle a

* Growth Hormone Factor (N. del T.).

reforzar su causa, es también necesario que impugne aquellas referencias que puedan oponerse explícitamente a sus afirmaciones. En el enunciado 18 vimos cómo el artículo citado se mantenía entre el hecho y la ficción, pero hubiera sido mejor destruirlo por completo con objeto de dejar libre el camino para el nuevo artículo. Este tipo de destrucción tiene lugar de muchas maneras, directa u oblicuamente, según el campo y los autores. Aquí tenemos una instructiva modalidad negativa efectuada por Guillemin sobre un grupo de artículos, en el que se incluye el de Schally que acabamos de estudiar:

> 21) El concepto, hoy bien establecido, de control neurohumoral de las secreciones adenohipofisiarias, indica la existencia de un factor hipotalámico estimulante de la hormona del crecimiento (GRF)(ref. 1) que tiene como contrapartida inhibitoria a la somatostatina (ref. 2). Hasta ahora el GRF hipotalámico no ha sido caracterizado de forma inequívoca, a pesar de algunas afirmaciones prematuras de lo contrario (ref. 3).

Esta cita pertenece a un artículo reciente de Guillemin, en el que presenta una nueva estructura para la misma GHRH, que él llama GRF. La referencia 3 alude al artículo de Schally. El comienzo del extracto 21 es el mismo que el del 19 en el texto de Schally: el control hipotalámico es la más negra de todas las cajas negras. Aunque estén en desacuerdo, Schally y Guillemin aceptan que nadie que se considere un neuroendocrinólogo puede discutir este control. Sin embargo, en las manos de Guillemin, el artículo de Schally no es en absoluto una caja negra. Si la secuencia de Schally hubiera sido un hecho, entonces el artículo de 1982 de Guillemin no tendría sentido. Tampoco tendría sentido si la secuencia de Schally tuviera alguna relación con la de Guillemin. La última únicamente se sumaría al trabajo previo. Con el enunciado 21 el artículo de Guillemin simplemente desecha la secuencia de Schally. No se trataba de un hecho inequívoco sino de una «afirmación» muy equívoca. No vale; era un callejón sin salida. El trabajo empieza realmente con este artículo de 1982, y la verdadera GRF (llamada erróneamente GHRH por Schally) sale de esta secuencia.

Los artículos pueden ir todavía más lejos en la transformación, en su beneficio, de la literatura anterior. Pueden combinar modalidades positivas y negativas, reforzando, por ejemplo, un artículo X para debilitar a otro Y, que si no, se hubiera opuesto a sus afirmaciones. Aquí tenemos un ejemplo de dicha táctica:

> 22) Se ha propuesto una estructura para el GRF [referencia al artículo de Schally]; sin embargo, recientemente se ha mostrado [referencia a Veber *et al.*] que no se trataba de GHRH sino de un contaminante secundario, probablemente un fragmento de hemoglobina.

El artículo de Veber, que el propio Schally cita en el extracto 18, no dice exactamente lo que aquí *se le hace decir*; en lo que afecta al artículo de Schally, no afirmaba exactamente haber encontrado la estructura de la GHRH. Esto no le importa al autor del enunciado 22; él simplemente necesita a Veber como un hecho establecido, para convertir el artículo de Schally en una tesis vacía que después, de rebote, da más solidez al enunciado 21 que propone una nueva y verdadera sustancia, «a pesar de algunas afirmaciones prematuras de lo contrario».

Otra táctica frecuente es oponer dos artículos de forma que se inhabiliten el uno al otro. Dos peligrosas afirmaciones contrarias se vuelven importantes. En el artículo que estudiamos Schally utiliza un test para probar su GHRH. Otros escritores que han intentado replicar a su tesis, han utilizado otro tipo de test, llamado prueba de radioinmunidad, y no han podido reproducir los resultados de Schally. Esto representa un gran problema para Schally, y para encontrar una vía de salida replica que:

> 23) Esta sustancia decapéptida sintética o la sustancia natural, eran sólo débilmente activas en las pruebas en las que la liberación de la hormona del crecimiento se medía con el test de radioinmunidad para la hormona del crecimiento de ratas (dos refs.). Sin embargo, la idoneidad de la prueba de radioinmunidad para mesurar la hormona del crecimiento de las ratas en el plasma, ha sido cuestionada recientemente (ref. 8).

La ausencia de indicios de GHRH en la prueba ¿puede hacer tambalear la tesis de Schally? No, porque se utiliza otro artículo para arrojar dudas sobre la misma prueba: la ausencia de GHRH no prueba nada en absoluto. Schally queda absuelto.

Sería posible ir mucho más lejos en los bizantinos esquemas políticos del contexto de cita. Como un buen jugador de billar, un autor inteligente puede calcular sus tiradas considerando tres, cuatro o cinco rebotes. Sea cual sea la táctica, es fácil comprender la estrategia general: haz lo que sea a la literatura anterior para volverla tan favorable como sea posible a las afirmaciones que vas a hacer. Las reglas son suficientemente simples: debilita a tus enemigos, paraliza a aquellos que no puedes debilitar (como se hacía en el enunciado 18), ayuda a tus aliados cuando les atacan, asegúrate buenos contactos con aquellos que te proporcionan instrumentos incontestables (como en 20) y obliga a tus enemigos a luchar entre sí; si no estás seguro de ganar sé humilde y modera tus afirmaciones. Estas reglas son muy simples: son las reglas de la política más antigua. El resultado de esta adaptación de la literatura a las necesidades del texto, es notable para los lectores. No sólo quedan impresionados por la cantidad total de referencias; además todas estas referencias están dirigidas a objetivos específicos y se ordenan con un propósito: dar apoyo a la tesis. Los lectores pueden resistirse a una multitud de citas desordenadas; es mucho más difícil resistirse a un artículo que modifica cuidadosamente el estatus de todos los artículos que pone en uso. Esta actividad del artículo científico se muestra en la figura 1.3, en la que el artículo estudiado es un punto relacionado mediante flechas con los otros artículos, y cada tipo de flecha simboliza un tipo de acción sobre la literatura.

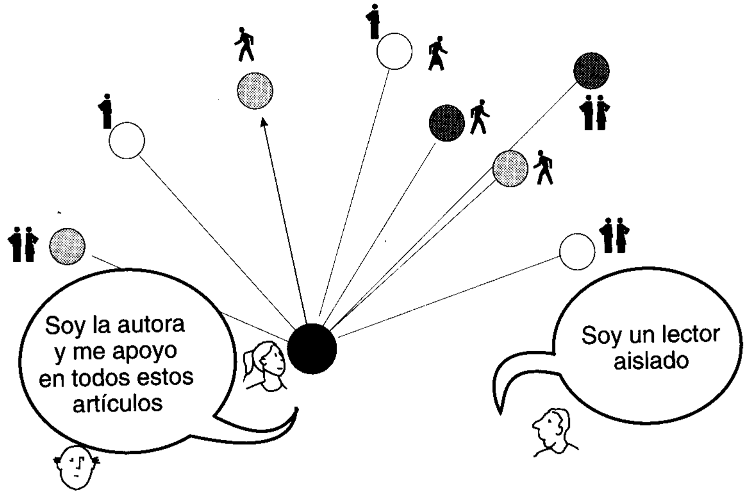


Figura 1.3

3. SER CITADO POR TEXTOS POSTERIORES

El objetivo de convencer al lector no se logra automáticamente, aunque el escritor tenga un estatus alto, las referencias estén bien dispuestas y las pruebas contrarias hayan sido hábilmente descalificadas. Todo este trabajo no es suficiente por una buena razón: lo que un artículo haga a la literatura anterior, se lo hará a él la literatura posterior. Antes vimos que un enunciado no es por sí mismo un hecho o una ficción, sino por lo que de él hagan más tarde otros enunciados. Para sobrevivir o para convertirse en un hecho, un enunciado necesita la *siguiente generación* de artículos (llamaré «generación» al tiempo necesario para que otra ronda de artículos publicados citen a los primeros, o sea entre dos y cinco años). Metafóricamente hablando, los enunciados, de acuerdo con el primer principio, son similares a los genes que no pueden sobrevivir si no se las arreglan para trasladarse a cuerpos ulteriores. En la sección anterior vimos como el artículo de Schally presentaba otros artículos, repartiendo honra y deshonra, refutando a unos, fortaleciendo a otros, apropiándose de más artículos todavía, y así sucesivamente. Todos los artículos citados sobreviven en el de Schally y son modificados por su acción. Pero ningún artículo es lo suficientemente fuerte para detener las controversias. Por definición, un hecho no puede estar tan bien establecido que ya no necesite apoyo alguno. ¡Sería como decir que un gen está tan bien adaptado que ya no necesita nuevos cuerpos para sobrevivir! Schally puede adaptar la literatura a sus fines; pero cada una de sus aserciones, *en lo sucesivo*, necesita de posteriores artículos para que lo transformen, en mayor grado, en un hecho. Schally no puede evitar esto, de la misma forma que los artículos citados no podrían sobrevivir sin que él los hubiera recogido.

Recuerda cómo en el enunciado 18, Schally necesitaba que las duras críticas formuladas en el artículo de Veber, citado en el 17, quedasen como dudosas para así proteger su tesis de un solo golpe. Pero para mantener a 17 en ese estado, Schally necesita que otros confirmen su acción. A pesar de que Schally es capaz de controlar la mayor parte de lo que escribe en sus artículos, posee un control muy débil sobre lo que los otros hagan. ¿Le seguirán?

Una forma de responder a esto es examinar las referencias en *otros artículos* posteriores al trabajo de Schally, y observar *su* contexto de cita. ¿Qué han hecho con lo que Schally hizo? Es posible contestar esta pregunta a través de un instrumento bibliométrico llamado el *Science Citation Index*.[8] Por ejemplo, los artículos posteriores no mantienen el enunciado 17 entre el hecho y la ficción. Por el contrario, cada uno de los autores posteriores que lo cita, lo toma como un hecho bien establecido y todos dicen que la hemoglobina y la GHRH tienen la misma estructura, utilizando este hecho para minar la pretensión de Schally de haber «descubierto» la GHRH (que ahora se escribe entre comillas). Si en la primera generación, Schally era más fuerte que Veber (véase 18) y, dado que no hay ulteriores aliados sobre los que mantener esta fuerza, en la siguiente generación es Veber el fuerte y Schally el que ha cometido un error garrafal, al confundir un contaminante trivial con una hormona buscada durante mucho tiempo. Esta inversión es impuesta por los otros artículos y por la *forma en que sucesivamente transforman la literatura anterior para satisfacer sus necesidades*. Si añadimos a la figura 1.3 una tercera generación obtenemos algo similar a la que se muestra en la figura 1.4.

Añadiendo los artículos posteriores podemos trazar el mapa de cómo las acciones de un trabajo son apoyadas o no, por otros artículos. El resultado es un torrente de

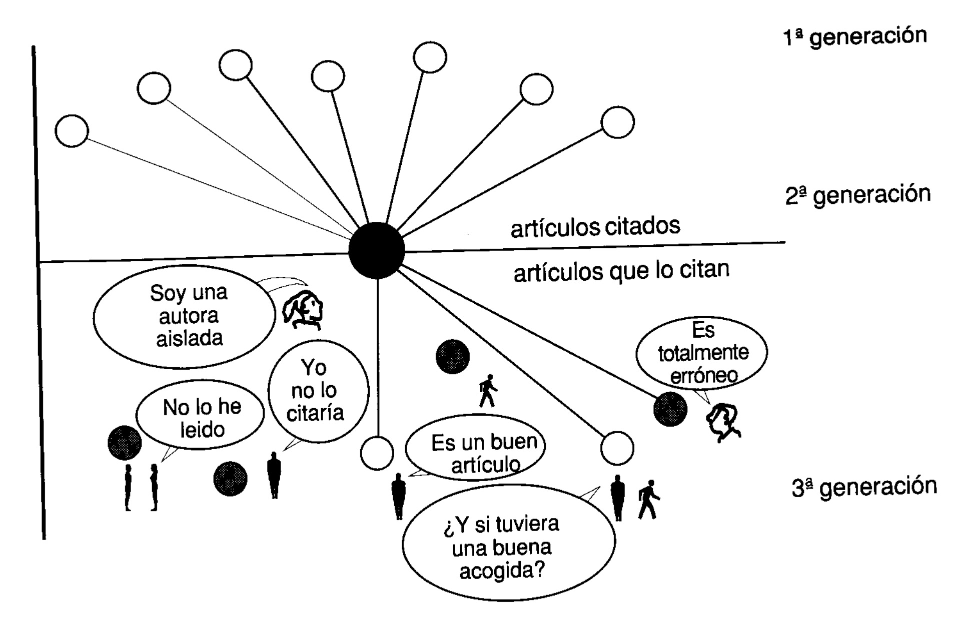


Figura 1.4

transformaciones que esperan, cada una de ellas, ser confirmadas ulteriormente por otros artículos.

Ahora ya sabemos lo que significa el desarrollo de una controversia. Si deseáramos continuar el estudio de la polémica, no tendríamos que leer sólo un artículo y aquellos a los que se refiere; deberíamos leer, además, el resto de artículos que convierten cada una de las operaciones llevadas a cabo por el primero, en hechos o ficciones. La controversia se hincha. Se introducen cada vez más artículos en la pelea, y cada uno de ellos posiciona los otros (hecho, ficción, detalles técnicos), pero ninguno es capaz de fijar estas posiciones *sin la ayuda de otros*. Por lo tanto, en cada etapa de la discusión se necesitan cada vez más artículos que, a su vez, involucran más artículos, y la confusión aumenta de forma proporcional.

Sin embargo, hay algo peor que ser criticado por otros artículos; ser mal interpretado. Si el contexto de cita es tal como lo he descrito, ¡esta desgracia debe ocurrir bastante a menudo! Puesto que cada artículo adapta la literatura previa para satisfacer sus necesidades, toda deformación es legítima. Un artículo dado puede ser citado por otros por razones completamente diferentes, y de un modo ajeno a sus propios intereses. Puede ser citado sin haber sido leído, esto es, a la ligera; o para apoyar una afirmación que es exactamente lo opuesto a lo que su autor quería decir; o por detalles técnicos tan sutiles que escapan a la consideración de su autor; o por intenciones atribuidas a los autores pero que no estén indicadas explícitamente en el texto; o por muchas otras razones. No podemos decir que estas deformaciones sean ilegítimas y que cada artículo debería leerse de forma honesta, tal como es. Estas deformaciones son simplemente una consecuencia de lo que he llamado la actividad de los artículos sobre la literatura; todos se las arreglan para realizar el mismo tallado de la literatura, para situar sus afirmaciones en un estado tan favorable como sea posible. Si cualquiera de esas operaciones es recogida o aceptada como un hecho por los demás, entonces ya está; es un hecho y no una deformación, por mucho que el autor pueda protestar.

(Cualquier lector que haya escrito alguna vez algún artículo citable, en cualquier disciplina, entenderá lo que quiero decir.)

De todas formas hay algo todavía peor que ser criticado o malinterpretado por lectores descuidados: ser *ignorado*. Dado que el *status* de una tesis depende de las publicaciones de los usuarios posteriores, ¿qué pasa si no hay *ningún* usuario posterior? Este es el punto que la gente que nunca se ha aproximado a la fabricación de la ciencia, tiene mayor dificultad en comprender. Se imaginan que todos los artículos científicos son iguales y están ordenados en filas como soldados, para ser cuidadosamente inspeccionados uno por uno. Sin embargo, la mayoría nunca se leen. No importa lo que un artículo haya hecho a la literatura previa, si nadie hace nada con él, es como si nunca hubiera existido. Puedes haber escrito un artículo que ponga fin, de una vez por todas, a una feroz controversia, pero si los lectores lo ignoran no puede convertirse en un hecho; simplemente *no puede*. Puedes protestar contra la injusticia; puedes guardar en tu corazón como un tesoro, la certeza de que tienes razón; pero nunca irá más allá de tu corazón; nunca tendrás más certeza sin la ayuda de otros. La construcción de hechos es en tal grado un proceso colectivo, que una persona aislada únicamente fabrica sueños, afirmaciones y sentimientos, no hechos. Como después veremos en el capítulo 3, uno de los principales problemas que debe resolverse es el de interesar a alguien lo suficiente como para que te lea; comparado con este problema, que te crean es, por así decirlo, una tarea secundaria.

En la confusión generada por tantos y tantos artículos actuando sobre cada vez más artículos, sería erróneo imaginar que todo fluctúa. Localmente, ocurre que unos pocos artículos son siempre citados por los artículos posteriores, con modalidades positivas similares, no sólo durante una generación sino durante muchas. Este acontecimiento, extremadamente raro según todos los estándares, se observa cuando una afirmación hecha por un artículo se recoge sin ninguna reserva en muchos otros. Esto significa que cualquier cosa que hubiera hecho a la literatura anterior, se convierte en un hecho por mediación del que más tarde lo recoge. La discusión se ha acabado, en lo que a ese punto se refiere. Se ha construido una caja negra. Este es el caso de la frase «las células de combustible son el futuro de los automóviles eléctricos», insertada en los enunciados 8, 9 y 10. Es también el caso del control por el hipotálamo de la hormona del crecimiento. Aunque Schally y Guillemin pueden estar en desacuerdo en muchas cosas, ambos adoptan esta tesis sin ningún recelo o reserva (véanse enunciados 19 y 20). En la figura 1.5 que ilustra el contexto de cita, un acontecimiento de ese tipo aparecerá como una corriente regular de flechas, todas ellas alineadas en la misma dirección y dando lugar cada vez a más artículos. Cada nuevo artículo que entre en el combate lo desplaza un paso más allá, añadiendo su pequeña fuerza a la fuerza del hecho ya establecido, en lugar de invertir el proceso.

Este acontecimiento, nada frecuente, es lo que la gente tiene en mente cuando habla de un «hecho». Espero que ahora quede claro que este acontecimiento no lo hace cualitativamente distinto de una ficción; un hecho es lo que se estabiliza colectivamente a partir de las controversias, cuando la actividad de los artículos posteriores no consiste únicamente en la crítica o la deformación, sino también en la confirmación. La fuerza del enunciado original no reside en él mismo, sino que se deriva de todos los artículos que lo incorporan. En principio, cualquiera de los artículos podría desestimarlo. El control por el hipotálamo de la hormona del crecimiento, puede ser discutido, lo ha sido y lo será; pero para ello el disidente se enfrentará, no con una afirmación en un artículo, sino con la misma afirmación incorporada a cientos de artículos. En principio no es imposible; en la práctica es enormemente difícil. Cada afirmación llega al autor futuro con su propia historia, es decir, con ella misma más todos los artículos que hicieron algo con, o a, ella.

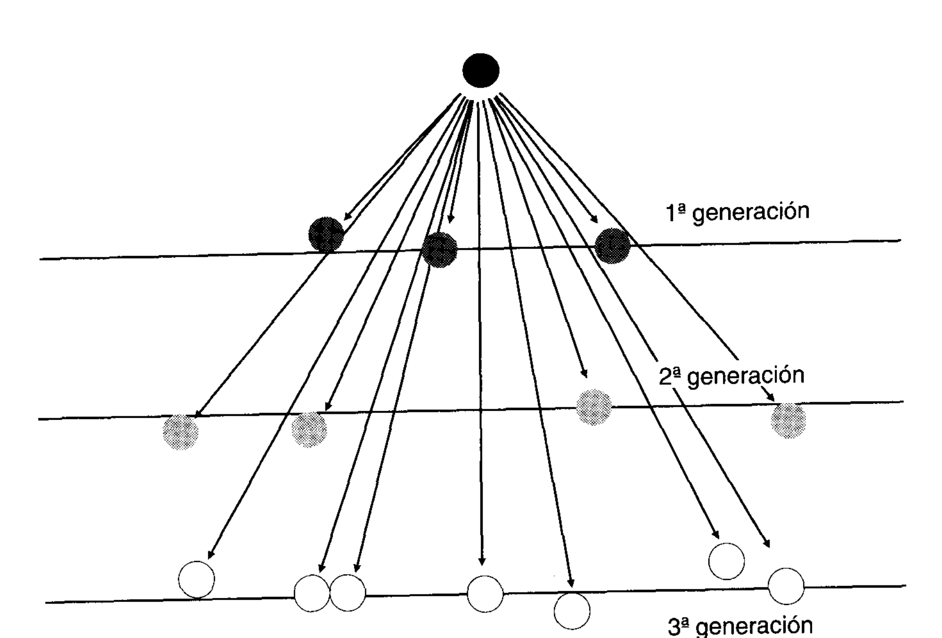


Figura 1.5

Esta actividad de cada uno de los artículos que constituye la fuerza de un trabajo, no se hace visible mediante una crítica, puesto que en este caso no hay ninguna, sino a través de la erosión a la que se somete el enunciado original. Incluso en los raros casos en los que una afirmación continúa siendo creída por muchos textos posteriores, y tomada como una cuestión de hecho, no permanece inalterada. Cuanta más gente la crea y la utilice como una caja negra, más transformaciones sufre. La primera de estas transformaciones es una *estilización* extrema. Hay una gran cantidad de literatura sobre el control de la hormona del crecimiento, y el artículo de Guillemin al que me he referido tiene una extensión de cinco páginas. Trabajos posteriores, que toman su artículo como un hecho, lo convierten en una frase:

> 24) Guillemin *et al.* (ref.) han determinado la secuencia del GRF: H Tyr Ala Asp Ala Ile Phe Thr Asn Ser Tyr Arg Lys Val Leu Gly Gln Leu Ser Ala Arg Lys Leu Leu Gln Asp Ile Met Ser Arg Gln Gln Gly Gly Ser Asn Gln Glu Arg Gly Ala Arg Ala Arg Leu NH2.

Más tarde, este mismo enunciado se convierte en una frase de una línea, con una única modalidad positiva simplificada: «X (el autor) ha mostrado que Y». Ya no hay más discusiones.

Si el enunciado 24 va a continuar siendo creído como opuesto al 5, cada artículo sucesivo se sumará a esta estilización. La actividad de todos los artículos posteriores tendrá como resultado la pronta desaparición del nombre del autor, y sólo la referencia al artículo de Guillemin indicará el origen de la secuencia. A su vez, la secuencia es todavía demasiado larga para escribirla. Si se convierte en un hecho, será incluida en tantos artículos que pronto no será necesario esbribirla, ni tan siquiera citar un

artículo tan conocido. Después de unas pocas docenas de artículos que utilicen el enunciado 24 como un hecho incontrovertible, se transformará en algo similar a esto:

25) Inyectamos GRF sintético a 60 ratones suizos machos, albinos y de 20 días, etc.

El enunciado aceptado está, digámoslo así, erosionado y pulido por aquellos que lo aceptan. Volvamos a los enunciados simples con los que empecé este capítulo (véase 1, 5 y 8). Restrospectivamente, nos damos cuenta de que en esta estilización ha intervenido mucho trabajo, y de que un hecho de una frase, nunca se encuentra al principio del proceso (como tuve que suponer para mantener en marcha nuestra discusión), sino que ya es un producto semifinal. Sin embargo, pronto la referencia misma será redundante. ¿Quién cita el artículo de Lavoisier cuando escribe la fórmula H_2O del agua? Si las modalidades positivas continúan actuando sobre el enunciado 24, se hará tan conocido que ni siquiera habrá necesidad de hablar de él. El descubrimiento original se habrá convertido en *conocimiento tácito*. El GRF será uno de los muchos frascos de productos químicos que cualquier estudiante universitario de primer año toma de la estantería en algún momento de su formación. Esta erosión y estilización tienen lugar sólamente cuando todo va bien; cada artículo posterior toma el enunciado original como un hecho y lo encapsula, empujándolo de esta forma, por así decirlo, un paso más allá. Como vimos antes, cuando proliferan las modalidades negativas, ocurre lo contrario. El enunciado 5 de Schally sobre una nueva GHRH no había sido estilizado, y aún menos, incorporado a la práctica tácita. Por el contrario, cada vez más elementos, que a él le hubiera gustado mantener como tácitos, emergen y son objeto de discusión, como los procedimientos de purificación del enunciado 7 o sus fracasos previos en 13. De este modo, dependiendo de si los otros artículos empujan a un enunciado dado río abajo o río arriba, será incorporado al conocimiento tácito sin nada que indique que fue producido por alguien, o será abierto y se añadirán muchas condiciones específicas de producción. Este doble movimiento con el que ahora estamos familiarizados, se resume en la figura 1.6 y nos permite orientarnos en cualquier controversia, según la etapa en la que se encuentre el enunciado que hayamos escogido como punto de partida y el sentido en el que otros científicos lo empujen.

Ahora empezamos a entender el tipo de mundo al que es conducido gradualmente el lector de literatura científica o técnica. Dudar de la precisión de los misiles soviéticos 1, del descubrimiento de Schally de la GHRH, 5, o de la mejor forma de construir células de combustible era, al principio, una tarea fácil. Sin embargo, si la controversia se prolonga, se incorporan cada vez más elementos y en adelante ya no se tratará de un simple desafío verbal. Vamos de una conversación entre unas pocas personas a textos que en seguida se refuerzan a sí mismos, y que rechazan la oposición enrolando a muchos aliados. Cada uno de estos aliados aplica muchas tácticas distintas a muchos más textos involucrados en la discusión. Si nadie retoma un artículo, este se pierde para siempre, sin que importe lo que decía o lo que valía. Si un artículo dice haber resuelto la polémica de una vez por todas, puede ser desarticulado inmediatamente, y citado por razones completamente distintas, *añadiéndose* así a la confusión una afirmación vacía más. Mientras tanto, entran en la lucha cientos de resúmenes, informes y pósters que se añaden a la confusión, al mismo tiempo que artículos críticos de más extensión se esfuerzan por poner algo de orden en los debates, aunque a menudo, simplemente echan más leña al fuego. A veces muchos artículos toman, una y otra vez de forma repetida, unas pocas afirmaciones estables, pero incluso en estos casos poco frecuentes, la afirmación se erosiona lentamente, perdiendo su forma original, encapsulada cada vez en más artículos ajenos, volviéndose tan familiar y rutinaria que pasa a formar parte de la práctica tácita y ¡desaparece de vista¡

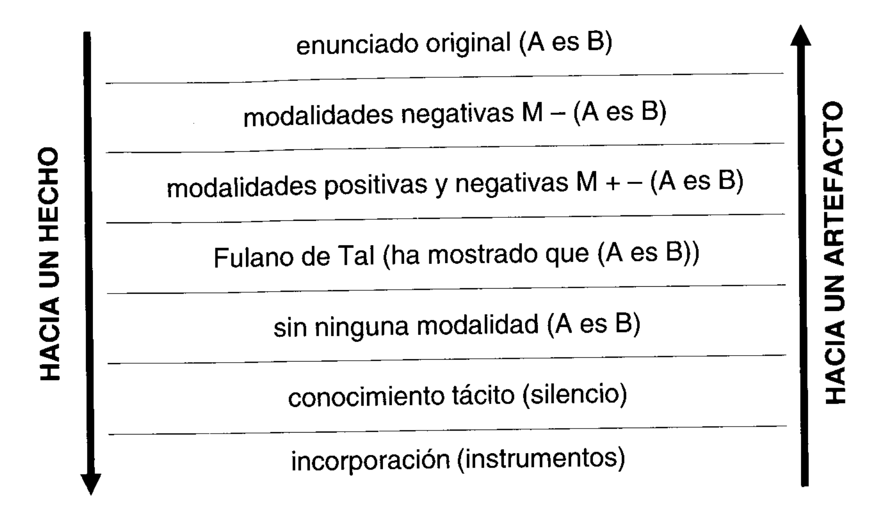


Figura 1.6

Este es el mundo al que se enfrentará alguien que quiera disentir y contribuir a los debates. El artículo que lea se habrá preparado para sobrevivir en este mundo. ¿Qué debe hacer para ser leído, para ser creído, para evitar ser malinterpretado, destruido, desarticulado o ignorado? ¿Cómo puede asegurarse de que será recogido por otros, de que será incorporado a enunciados posteriores como una cuestión de hecho, de que será citado, recordado y reconocido? Esto es lo que deben intentar conseguir los autores de un nuevo artículo técnico. La acalorada controversia les ha llevado a leer cada vez más artículos. Ahora tienen que *escribir* uno nuevo para apoyar cualquiera de los elementos de los que partieron: la cuestión del MX, el error de la GHRH o el fiasco de las células de combustible. No es necesario decir que en este punto *la mayoría de los disidentes se habrán rendido*. Introducir a los amigos, dar muchas referencias, actuar sobre todos los artículos citados y organizar de forma ostensible este campo de batalla, ya es suficiente para intimidar y forzar a la mayoría de la gente a abandonar. Por ejemplo, si queremos discutir la precisión de los misiles soviéticos como en 1, el descubrimiento de la GHRH como en 5 o la forma correcta de conseguir células de combustible como en 8, estaremos muy, pero que muy aislados. No estoy diciendo que la gente se desanima porque la literatura es *demasiado técnica*, sino que, por el contrario, pensamos que es necesario llamar técnica o científica a una literatura que está hecha para aislar al lector, introduciendo muchos más recursos. El «hombre corriente que tropieza con la verdad», que postulaba ingenuamente Galileo, no tendrá ninguna posibilidad de vencer a los miles de artículos, *referees*, partidarios y corporaciones subvencionadoras que se oponen a su tesis. El poder de la retórica reside en hacer que el disidente se sienta solo. Esto es lo que realmente le ocurre al «hombre (o mujer) corriente» cuando lee la

gran cantidad de informes sobre las controversias, de las que al principio partimos de forma tan inocente.

C. ESCRIBIR TEXTOS QUE RESISTAN LOS ATAQUES DE UN ENTORNO HOSTIL

Aunque los aliados externos mencionados en los textos habrán expulsado a la mayoría de la gente, Galileo todavía tiene razón, pues algunos pocos tal vez no quieran darse por vencidos. Quizás perseveren en su postura y no se dejen impresionar por el título de una revista, los nombres de los autores o el número de referencias. Leerán los artículos e incluso los discutirán. La imagen de David el científico, luchando contra Goliat el retórico, reaparece y proporciona algo de credibilidad a la posición de Galileo. Por más impresionantes que sean los aliados de un texto científico, no son suficientes para convencer. Se necesita algo más. Para encontrar este algo más, continuemos con nuestra anatomía de los artículos científicos.

1. ARTÍCULOS QUE SE REFUERZAN A SÍ MÍSMOS

Para unos pocos obstinados, los artículos publicados no son suficientes: deben introducirse más elementos. La movilización de estos nuevos elementos transforma profundamente la manera en que se escriben los textos: estos se vuelven más técnicos y, por hacer una metáfora, **estratificados**. En el mismo enunciado 21 cité el comienzo de un artículo escrito por Guillemin. Primero este enunciado puso en movimiento un hecho de hace dos décadas, el control por el hipotálamo de la estimulación de la hormona del crecimiento, y luego un hecho de hace una década, la existencia de una sustancia, la somatostatina, que inhibe la estimulación de la hormona del crecimiento. Además, se desechaba la tesis de Schally acerca de esta nueva sustancia. Pero esto no es suficiente para hacernos creer que Guillemin lo ha hecho mejor que Schally, y que su tesis debe ser tomada más en serio que la de Schally. Si el comienzo de su artículo jugaba con la literatura existente de la manera que analicé antes, pronto se vuelve muy diferente. El texto anuncia, por ejemplo, más material del cual extraer estas esquivas sustancias. Los autores hallaron un paciente con enormes tumores formados en el curso de una rara enfermedad (la acromegalia) que producían grandes cantidades de la sustancia buscada.[9]

> 26) En la intervención quirúrgica se encontraron en el páncreas dos tumores separados (ref. 6); los tejidos tumorales fueron troceados e introducidos en nitrógeno líquido a los 2 o 5 minutos de la resección, con la intención de extraer de ellos GRF. [...] El extracto de ambos tumores presentaba actividad estimulante de la hormona del crecimiento, con un volumen de elución igual al del GRF hipotalámico (Kav=0,43, donde Kav es la elución constante) (ref. 8). El volumen de actividad del GRF (ref. 9) era insignificante en uno de los tumores (0,06 unidades de GRF por miligramo (peso neto)), pero extremadamente alto en el otro (1500 unidades de GRF por miligramo (peso neto)), 5000 veces más que en el hipotálamo de las ratas (ref. 8).

¡Ahora sí que tenemos trabajo! El párrafo 26 parece ser el más difícil de los que hemos tenido que analizar hasta ahora. ¿De dónde proviene la dificultad? Del

número de objeciones que los autores deben evitar. Al leerlo después de los otros enunciados, no nos hemos trasladado repentinamente de las opiniones y disputas a los hechos y detalles técnicos: hemos llegado a un punto en que la discusión es tan tensa que cada palabra se defiende de un posible golpe fatal. Pasar de las otras disputas a ésta es como pasar de las primeras rondas eliminatorias a la final en Wimbledon. Cada palabra es una jugada que requiere un largo comentario, no porque sea «técnica», sino porque se trata de la final *después* de tantas contiendas. Para comprender esto, simplemente hemos de añadir la objección del lector en respuesta al enunciado. Esta adición transforma el párrafo 26 en el diálogo siguiente:

> 27) - ¿Cómo podría estar usted haciéndolo mejor que Schally con cantidades tan ínfimas de su sustancia en el hipotálamo?
>
> - Encontramos tumores que producían grandes cantidades de la sustancia, lo cual permitía que su aislamiento fuera mucho más fácil de lo que lo era para Schally.
>
> - ¿Está usted bromeando? Estos son tumores pancreáticos, y usted está buscando una sustancia hipotalámica ¡que se supone proviene del cerebro!
>
> - Muchas de las referencias indican que, a menudo, se encuentran sustancias del hipotálamo también en el páncreas, pero de todas maneras tienen el mismo volumen de elución; esto no es decisivo, pero es una prueba bastante buena, suficiente en cualquier caso, para aceptar el tumor tal cual, con una actividad 5000 veces mayor que la hipotalámica. No se puede negar que es un regalo caído del cielo.
>
> - ¡Un momento! ¿Cómo puede estar usted seguro de ese 5000?, ¿no puede sencillamente estar inventándose las cifras? ¿Se trata de peso en seco o peso húmedo? ¿De dónde proviene el criterio?
>
> - Bien. En primer lugar se trata de peso en seco. Segundo, una unidad de GRF es la cantidad de una preparación purificada de GRF proveniente del hipotálamo de las ratas que produce una estimulación medio-máxima de la hormona del crecimiento en el bioensayo de monoestrato de células pituitarias. ¿Está usted satisfecho?
>
> - Tal vez, pero ¿cómo podemos estar seguros de que estos tumores no se han deteriorado después de la intervención quirúrgica?
>
> - Ya se lo hemos dicho, fueron troceados e introducidos en nitrógeno líquido entre 2 y 5 minutos después. ¿Dónde podría encontrarse mejor protección?

Leer los enunciados del artículo sin imaginar las objeciones del lector es como mirar únicamente los golpes de un solo jugador en la final de tenis. Parecen sólo gestos vacíos. La acumulación de lo que parecen ser detalles técnicos no es gratuita; es justamente lo que hace al oponente más difícil de derrotar. El autor protege su texto contra la fuerza del lector. Un artículo científico se vuelve más difícil de leer, al igual que una fortaleza se refuerza y apuntala; pero no por gusto, sino para evitar que la saqueen.

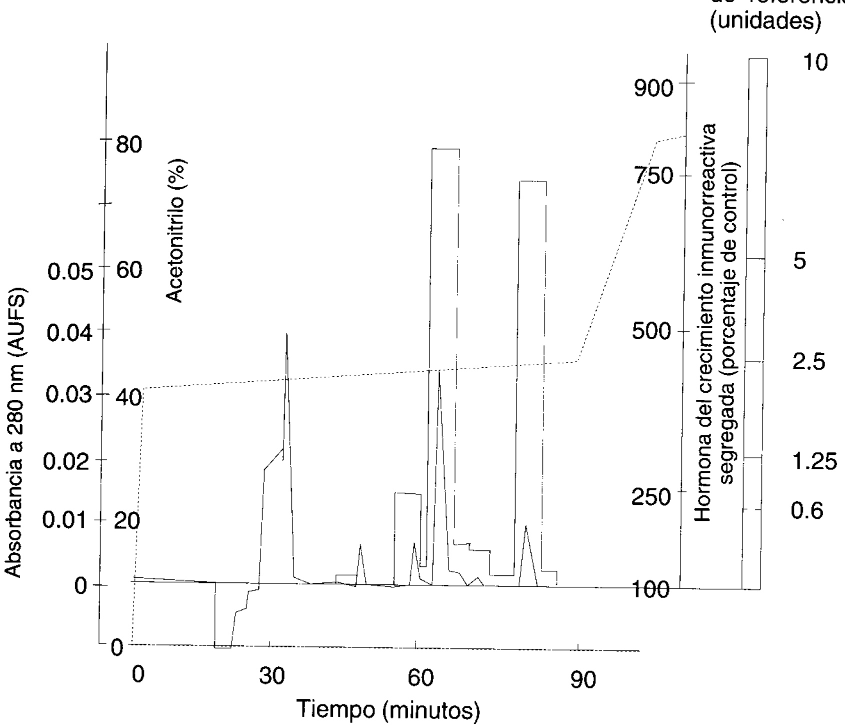
Otra profunda transformación ocurre en los textos que quieren ser lo bastante fuertes como para resistir la disensión. Hasta ahora, los enunciados que estudiamos se vinculaban con artículos o eventos *ausentes*. Cada vez que el oponente comenzaba a dudar, se le remitía a otros textos, estando el vínculo establecido por referencias o, a veces, por citas. Existe, sin embargo, un truco mucho más poderoso, que consiste en *presentar* en el texto la cosa misma que quieres que los lectores crean. Por ejemplo:



> 28) La purificación final de este material mediante el HPLC analítico de fase inversa produjo tres péptidos altamente purificados con actividad GRF (véase fig. 1).

Los autores no piden que les creas. No te remiten fuera de los textos para que vayas a las bibliotecas y hagas tus deberes leyendo pilas de referencias, sino a la figura 1 incluida en el artículo:

29)



Science, vol. 218, p. 586 (con la autorización de *Science Magazine* y del autor)

Esta figura *muestra* lo que el texto *dice*, pero no es lo bastante transparente para todos los lectores, ni siquiera para los pocos que quedan en la controversia. Luego, otro texto, la leyenda, explica cómo leer la figura, cómo la palabra «leyenda» indica:

> 30) Purificación final del GRF mediante el HPLC de fase inversa. La columna (Ultraesfera C18), 25 por 0,4 cm, tamaño de partícula 5- (pu)m, fue eluida con un gradiente de acetonitrilo (—) en ácido heptafluorobutírico al 0,5 % (en volumen) a una velocidad de flujo de 0,6 mL/min. Se recogieron fracciones (2,4 mL) tal como se indica en la abscisa, y se usaron algunas porciones para bioensayos (ref. 7). Las barras verticales representan la cantidad de hormona del crecimiento segregada en el ensayo por cada fracción del efluente, expresada como porcentaje de la cantidad de hormona del crecimiento segregada por las células pituitarias que no recibieron tratamiento. AUFS, escala completa de unidades de absorción.

El lector fue enviado del enunciado 28 al extracto 29, y de allí a la leyenda 30. El texto decía que «tres péptidos purificados presentaban actividad del GRF»; lo que se ve en la figura 1 es una superposición de picos y barras verticales. En la leyenda se dice que «picos» y «barras» son los equivalentes visuales de «pureza» y «actividad». La creencia en la *palabra* del autor se reemplaza por la inspección de «gráficos». Si hay alguna duda acerca de dónde proviene el gráfico, entonces el enunciado 30, la leyenda, ofrecerá una nueva línea de apoyo. Los picos no son un dispositivo visual elegido al azar. Son trazados por un instrumento (llamado cromatógrafo líquido de alta presión); si el lector sabe algo acerca del instrumento y cómo pueden obtenerse de él distintas imágenes, entonces se proporcionan detalles para sustentar la confianza en la imagen: el tamaño de las partículas, la velocidad, las convenciones para trazar las líneas, etc.

¿Qué se gana en persuasión, disponiendo las citas (28, 29 y 30) en orden? El disidente se enfrenta ahora no sólo con la opinión del autor, no sólo con las posiciones de artículos más antiguos, sino también con aquéllo de lo que trata el texto. A menudo, cuando hablamos, designamos cosas ausentes, a las que llamamos el **referente** de nuestro discurso. «Seis melocotoneros en flor» es una frase acerca de árboles que no muestro. La situación es completamente diferente cuando el enunciado 28 afirma que existen tres sustancias puras y activas. El referente de esta frase se añade de inmediato al comentario ; es la figura mostrada en 29 , y se añade el referente de este referente, la leyenda 30. Esta transformación de la literatura usual, es un seguro indicador de que nos enfrentamos ahora con un texto técnico o científico. En este tipo de literatura puedes, por así decirlo, guisártelo y comértelo tú mismo. Los efectos sobre la convicción son enormes. La afirmación «descubrimos el GRF» no se sostiene *por sí misma*. Está apoyada en primer lugar por muchos otros textos, y , en segundo lugar, por las aserciones del autor. Esto está bien, pero no es suficiente. Resulta mucho más eficaz si lo que lo apoya está presente en el mismo texto. ¿Cómo puedes negar el enunciado 28? ¡Observa con tus propios ojos los picos en 29! ¿Dudas acerca del significado del gráfico? Bien, entonces lee la leyenda. Sólo tienes que creer la evidencia de tus propios ojos; ya no es una cuestión de creencia; se trata de ver. Hasta el dubitativo santo Tomás abandonaría sus dudas (aun cuando no puedas tocar el GRF; pero espera al próximo capítulo...).

Ya estamos seguros de que los textos a los que hemos sido llevados por la intensidad de la controversia son científicos. Hasta ahora, periodistas, diplomáticos, reporteros y abogados podrían haber escrito textos con referencias y con un cuidadoso etiquetado de los roles de los autores, títulos y fuentes de apoyo. Aquí, entramos de lleno en otro juego. No porque la prosa esté escrita de repente por mentes extraterrestres, sino porque intenta apiñar en el texto tantos partidarios como sea posible. Es por esto que proliferan los a menudo llamados «detalles técnicos». La diferencia entre un texto normal en prosa y un documento técnico es la estratificación de este último. El texto está dispuesto en estratos. Cada afirmación se interrumpe por referencias externas a los textos, o dentro de los textos a otras partes, a figuras, a columnas, tablas, leyendas o gráficos. Cada uno de estos, a su vez, puede remitirte a otras partes de los mismos textos o a más referencias externas. En un texto tan estratificado, el lector, interesado en leerlo, es tan libre como una rata en un laberinto.

La transformación de la prosa lineal en, por así decirlo, una plegada formación de sucesivas líneas de defensa, es el signo más seguro de que un texto se ha convertido en científico. He dicho que un texto sin referencias estaba desnudo y era vulnerable, pero incluso con ellas resulta débil en tanto no esté estratificado. La manera más simple de demostrar este cambio de solidez es observar dos artículos, dentro del mismo campo, tomados con un intervalo de veinte años. Comparemos, por ejemplo,

los primeros artículos sobre primatología escritos por los pioneros de esta disciplina veinte años atrás, con una aplicación reciente de la sociobiología al estudio de primates escrita por Packer.[10] Visualmente, e incluso sin leer el artículo, la diferencia es impactante. En ambos casos, se trata de babuinos, pero la prosa del primer artículo fluye sin interrupción, exceptuando algunas referencias dispersas y unas pocas imágenes de babuinos (como las que podríamos encontrar en el reportaje de un viaje); el artículo de Packer, por el contrario, está estratificado en muchas capas. Cada observación de los babuinos está codificada, seleccionada según su significación estadística; hay curvas y diagramas que resumen listas; ninguna parte del artículo se sostiene por sí misma sino que cada una está conectada mediante multitud de referencias a otros estratos (métodos, resultados o discusión). Comparar los textos de Hall y de Packer es como comparar un mosquetón con una ametralladora. Con sólo observar las diferencias en la prosa es posible imaginar el tipo de palabras que tienen que escribir: Hall estaba solo, era uno de los primeros observadores de babuinos; Packer forma parte de un grupo de científicos que observan de cerca, no sólo a los babuinos, ¡sino que también se observan mutuamente! Su prosa se pliega en numerosos estratos defensivos para resistir sus objecciones.

Advirtamos que ni en el artículo de Packer, ni en los de Guillemin o Schally, se ven las criaturas reales y peludas llamadas «babuinos» ni la «GHRH». Sin embargo, a través de su estratificación, estos artículos proporcionan al lector una impresión de *visión tridimensional*; tantos estratos apoyándose entre sí crean una espesura, en la cual no puedes abrir una brecha sin un esfuerzo extenuante. Esta impresión está presente incluso cuando el texto se convierte más tarde en un artefacto elaborado por colegas. Nadie que entre en el asunto del GRF o en el estudio de los babuinos puede hoy escribir en prosa llana y desnuda, sin que importe lo que quiera o vea. Sería como combatir tanques con espadas. Incluso los que quieran llevar a cabo un fraude tienen que pagar un precio enorme para crear esa tridimensionalidad que se asemeja a la realidad. Spector, un joven biólogo acusado de haber falsificado sus datos, tuvo que ocultar su fraude en una larga sección de cuatro páginas sobre «materiales y métodos».[11] Dentro del despliegue de cientos de precauciones metodológicas sólo se inventa una frase. Es, por así decirlo, un homenaje que el vicio rinde a la virtud, ya que semejante fraude ¡no está al alcance de cualquier estafador!

Al comienzo de esta sección, dijimos que era necesario «algo más» que simples referencias y autoridades para derrotar al disidente. Comprendemos ahora que ir desde los estratos más externos de los artículos a las partes internas, no es ir del argumento de autoridad a la Naturaleza, sino ir de las autoridades a más autoridades, de una gran cantidad de aliados y recursos a una *cantidad todavía mayor*. Quien no crea en el descubrimiento de Guillemin se enfrentará ahora, no sólo con grandes nombres y densas referencias, sino también con «unidades de GRF», «el volumen de elución», «picos y barras» y el «HPLC de fase inversa». No creer no sólo significa luchar valientemente contra masas de referencias, sino además, desenmarañar los nuevos e interminables vínculos que conectan entre sí los instrumentos, las figuras y los textos. Y lo que es peor, el disidente será incapaz de oponer el texto al mundo real de fuera, pues el texto afirma llevar el mundo real «dentro». El disidente estará verdaderamente aislado y solo, ya que el referente mismo ha pasado al terreno del autor. ¿Podría esperar romper las alianzas entre todos estos nuevos recursos dentro del artículo? No, debido a la forma plegada, enroscada y estratificada que ha tomado el texto para defenderse, entrelazando todas sus partes. Si uno duda de la figura 1 en 29, entonces tiene que dudar del HPLC de fase inversa. ¿Y quién desea hacer tal cosa? Por supuesto, todo vínculo puede disolverse, se puede dudar de cualquier instrumento, puede reabrirse cualquier caja negra, rechazarse cualquier figura, pero

la acumulación de aliados en el terreno del autor es verdaderamente formidable. Los disidentes también son humanos; llega un punto en el que ya no pueden seguir luchando con tanta desventaja.

En mi anatomía de la retórica científica sigo desplazándome desde el aislado lector enfrentado a un documento técnico, hasta el autor aislado que lanza su documento en medio de una multitud de lectores disidentes indiferentes. La razón es que la situación es simétrica: si está aislado, el autor deberá encontrar nuevos recursos para convencer a los lectores; si él (o ella) tiene éxito, cada lector está totalmente aislado por un artículo científico que se vincula a una multitud de nuevos recursos. En la práctica, sólo hay una situación reversible, que es justamente la opuesta de aquélla descrita por Galileo: cómo ser 2000 contra uno.

2. TÁCTICAS DE POSICIONAMIENTO

Cuanto más nos adentramos en esta extraña literatura generada por controversias, más difícil nos resulta su lectura. Esta dificultad proviene del número de elementos reunidos simultáneamente en un punto (la dificultad aumenta por los acrónimos, símbolos y abreviaturas empleados con objeto de amontonar en el texto el máximo número de recursos, lo más rápido posible). ¿Pero son los números suficientes para convencer a los cinco o seis lectores que quedan? Por supuesto que no; los recuentos de cabezas son tan insuficientes en los textos científicos como en la guerra. Se necesita algo más: los números deben estar ordenados y alineados. Es necesario lo que yo llamo su **posicionamiento**. Aunque parezca extraño, esto es más fácil de entender que lo que acabamos de describir, ya que se acerca mucho más a lo que normalmente se denomina retórica.

a) Acumulación

Introducir en el texto figuras, números y nombres y luego acumularlos es una fuente de fortaleza, pero también puede resultar ser una gran debilidad. Al igual que las referencias (véase más arriba parte B, apartado 2), muestran al lector aquello a lo que se vincula una afirmación, lo cual significa también que el lector sabe de dónde tirar si él (o ella) desea desenmarañar la afirmación. Cada capa deberá, por tanto, ser cuidadosamente acumulada sobre la anterior para evitar resquicios. Lo que hace a esta operación especialmente difícil es que, en realidad, hay muchos resquicios. La figura en la cita 29 no muestra el GRF; muestra dos imágenes superpuestas de un protocolo en un laboratorio en 1982; se dice que estas imágenes están relacionadas con dos tumores de un paciente francés en un hospital de Lyon. Entonces, ¿qué es lo que se muestra? ¿El GRF o unos garabatos sin sentido en el registro de un instrumento acoplado a un paciente? Ni lo primero, ni lo segundo. Depende de lo que suceda en el texto más adelante. Lo que se muestra es una acumulación de estratos, en que cada uno *añade algo* al anterior. En la figura 1.7 ilustro esta acumulación mediante otro ejemplo. El estrato inferior está formado por tres riñones de hámster; el superior, o sea, el título, afirma mostrar «la estructura en contracorriente del riñón de los mamíferos». He simbolizado en líneas oscuras la ganancia desde una capa a la siguiente. Un texto es como un banco: ¡presta más dinero del que tiene en sus arcas! Es una buena metáfora, puesto que los textos, como los bancos, pueden quebrar si todos los inversores retiran su confianza simultáneamente.

Si todo ha ido bien, el artículo esquematizado en la figura 1.7. ha mostrado la

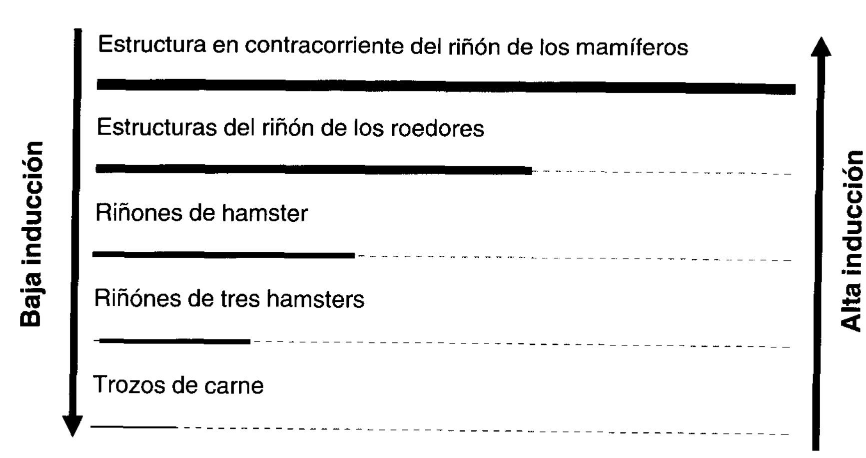


Figura 1.7

estructura del riñón de los mamíferos; si todo va mal, queda reducido a tres hámsters en un laboratorio en 1984. Si sólo unos pocos lectores retiran su confianza, el texto se queda en uno de los estadios intermedios: podría mostrar la estructura del riñón del hámster, la de los roedores o la de los mamíferos inferiores. Reconocemos, aquí, los dos sentidos en la construcción o destrucción de hechos que discutimos anteriormente.

Esta extrema variación entre los estratos inferiores y los superiores de un artículo es lo que los filósofos a menudo llaman **inducción**. ¿Es legítimo pasar de unos pocos retazos de evidencia a las afirmaciones mayores y más arriesgadas? ¿De tres hámsters a los mamíferos? ¿De un tumor al GRF? Estas preguntas, en principio, no tienen respuesta, ya que todo depende de la intensidad de las controversias con otros autores. Si leemos ahora el artículo de Schally, no veremos la GHRH, sino algunas barras y manchas sin sentido; su afirmación «esta es la estructura de la GHRH», que era el contenido del enunciado 5, se ve ahora como un *bluff* vacío, como un cheque sin fondos. Por el contrario, al leer el artículo de Guillemin, *vemos* el GRF en el texto, porque creemos su afirmación expresada en el enunciado 24. En ambos casos la creencia y la no creencia convertirán luego la afirmación, en más o menos real. Dependiendo de la disciplina, de la intensidad de la competición, de la dificultad del tema y de los escrúpulos del autor, la acumulación será diferente. No importa cuán diferentes sean los casos que podamos considerar: el juego es bastante simple. Primera regla: nunca superpongas dos capas, una exactamente encima de la otra; si lo haces no hay ganancia, no hay incremento y el texto sigue repitiéndose a sí mismo. Segunda regla: nunca vayas directamente del primer estrato al último (salvo que no haya nadie más en el campo que pueda denunciar tu bluff). Tercera regla (y la más importante): demuestra lo más que puedas con lo menos que puedas, según las circunstancias. Si eres demasiado tímido, tu artículo se perderá, y lo mismo sucederá si eres audaz en exceso. La acumulación en un artículo es similar a la construcción de una bóveda de piedra: cada piedra debe colocarse más allá que la anterior. Si se pone demasiado lejos, toda la bóveda se derrumbará; si no se coloca suficientemente alejada, ¡no será una bóveda! Las respuestas prácticas al problema de la inducción son mucho más vulgares de lo que los filósofos desearían. En estas respuestas reside gran parte de la fuerza que un artículo puede oponer a la hostilidad

de sus lectores. Sin ellas, los múltiples recursos que analizamos antes, resultarían inútiles.

b) Puesta en escena y ensamblaje

Por muy numerosos y bien acumulados que estén sus recursos, un artículo no tienen ninguna posibilidad si es leído por *cualquier* lector casual. Naturalmente, la mayoría de los lectores ya han sido definidos por el medio, el título, las referencias, las figuras y los detalles técnicos. Pero incluso con todo eso, todavía está a merced de los lectores malevolentes. Para poder defenderse, el texto tiene que explicar cómo y por quién debe ser leído. Viene, por así decirlo, con su propio aviso o leyenda para el usuario.

La imagen del lector ideal construida en el texto es fácil de rastrear. Según el uso del lenguaje que hace el autor, inmediatamente imaginas a quién le está él (o ella) hablando (¡al menos te das cuenta de que en la mayoría de los casos no te habla a ti!). El enunciado 24, que definía la estructura de aminoácidos del GRF, no se dirige al mismo lector que el siguiente:

> 31) Existe una sustancia que regula el crecimiento corporal; esta sustancia está regulada por otra, llamada GRF; se compone de una cadena de 44 aminoácidos (los aminoácidos son los bloques con los que están construidos todas las proteínas); dicha cadena ha sido recientemente descubierta por el premio Nobel, Roger Guillemin.

Un enunciado así se dirige a una audiencia completamente distinta. Hay más gente capaz de leerlo que a 24 o 26. *Más* gente, pero equipada con *menos* recursos. Observemos que la divulgación sigue la misma ruta que la controversia, pero en sentido opuesto: era la intensidad de los debates lo que nos conducía lentamente de frases no técnicas, de un gran número de contrincantes verbales mal equipados, a un pequeño número de oponentes bien equipados que escriben artículos. Si uno desea aumentar nuevamente el número de lectores, debe disminuir la intensidad de la controversia y reducir los recursos. Esta observación es útil ya que la dificultad de escribir artículos «populares» sobre ciencia, es una buena medida de la acumulación de recursos en manos de unos pocos científicos. Es difícil popularizar la ciencia porque está diseñada para alejar, desde el principio, a la mayoría de la gente. No es de extrañar que profesores, periodistas y divulgadores encuentren dificultades cuando desean reintroducir al lector excluido.

El tipo de palabras que emplean los autores no es la única manera de definir al lector ideal al que se dirigen. Otro método consiste en anticiparse a las objeciones de los lectores. Este es un truco común a toda retórica, sea ésta científica o no. «Sabía que pondría objeciones a esto, pero ya he pensado en ello, y ésta es mi respuesta». El lector no sólo está seleccionado por adelantado, sino que además lo que va a decir se le quita de «su» propia boca, como indiqué por ejemplo en la cita 27 (Escribo «él» entre comillas en lugar de escribir él (o ella) porque este lector no es una persona de carne y hueso sino una persona sobre el papel, **un personaje semiótico**)[12]. Gracias a este procedimiento, el texto está cuidadosamente dirigido; agota por adelantado todas las objeciones potenciales, y puede muy bien dejar al lector sin habla, pues «él» no puede hacer otra cosa que asumir la afirmación como una cuestión de hecho.

¿Qué clase de objeciones debe tener en cuenta el autor? Una vez más, esta es una pregunta que los filósofos intentan responder de antemano, aunque sólo tenga

respuestas prácticas, que dependen del campo de batalla. La única regla es preguntar al lector (imaginario) qué tipo de **pruebas** «él» exigirá antes de creer al autor. El texto construye una pequeña historia en la cual algo increíble (el héroe), se vuelve gradualmente más verosímil porque resiste pruebas cada vez más terribles. El diálogo implícito entre autores y lectores toma, entonces, una forma similar a esta:

> 32) -Si mi sustancia activase la hormona del crecimiento en tres pruebas diferentes, ¿creerías que es el GRF?
>
> -No, no es suficiente. También quiero que me demuestres que tu sustancia de un tumor de páncreas es la misma que el genuino GRF del hipotálamo.
>
> -¿Qué quieres decir con «la misma»? ¿Por qué pruebas debe pasar mi sustancia, como tú la llamas, para que pueda ser llamada «GRF genuino»?
>
> -Las curvas de tu sustancia del páncreas y el GRF del hipotálamo deben poder superponerse; esta es la prueba que quiero ver con mis propios ojos antes de creerte. No te seguiré sin esto.
>
> -¿Esto es lo que quieres? ¿Y después te darás por vencido? ¿Lo prometes? Aquí lo tienes: observa la figura 2, ¡superposición perfecta!
>
> -¡Un momento! ¡No tan rápido! Esto no es juego limpio; ¿qué has hecho con las curvas para que encajaran?
>
> -Todo lo que podría hacerse dado el actual desarrollo de la estadística y los ordenadores. ¡Las líneas son teóricas, calculadas y trazadas por ordenador, a partir de las ecuaciones lógicas de cuatro parámetros para cada conjunto de datos! ¿Te das por vencido ahora?
>
> -Sí, sí, por supuesto, ¡te creo!

¡«Él», el lector imaginario cuyas objeciones y exigencias han sido anticipadas por el magistral autor, se da por vencido!

Desde un punto de vista más superficial, los textos científicos parecen aburridos y grises. Si el lector recompone el desafío que suponen, resultan tan emocionantes como las historias de los cuentos. «¿Qué le va a pasar al héroe? ¿Resistirá esta nueva prueba? No, es demasiado incluso para el mejor. ¿Sí, así que venció? ¡Increíble! ¿Está el lector convencido? Todavía no. Ajá, ahora viene una nueva prueba; imposible cumplir estas exigencias, demasiado duro. ¡No es justo, esto no es justo!». Imagina los vítores de la multitud, y los abucheos. A ningún personaje sobre el escenario se le contempla con tanta pasión ni se le pide tanta formación y tantos ensayos como, por ejemplo, a esta sustancia del GRF.

Cuanto más nos adentramos en las sutilezas de la literatura científica, más extraordinaria resulta. Ahora es una verdadera ópera. Las referencias ponen en movimiento a multitud de personas; de los bastidores surge una infinidad de accesorios. Se hacen aparecer lectores imaginarios, y no sólo se les pide que crean al autor, sino que capten qué tipo de torturas, pruebas y ordalías deberán soportar los héroes antes de ser reconocidos como tales. Luego, el texto despliega la dramática historia de estas pruebas. Realmente, el héroe triunfa sobre todos los poderes de la oscuridad, como el Príncipe en *La flauta mágica*. El autor añade más y más pruebas imposibles simplemente por el placer de contemplar cómo el héroe las supera. Los autores desafían a la audiencia y a sus héroes enviándoles otro personaje malévolo, una tormenta, un demonio, un maleficio, un dragón, y los héroes los combaten. Al final, los lectores, avergonzados de sus primeras dudas, tienen que aceptar la afirmación del autor. Estas óperas se exhiben infinidad de veces en las páginas de *Nature* o de *Physical Review* (en beneficio, lo admito, de verdaderamente pocos, muy pocos espectadores).

Los autores de textos científicos no construyen únicamente lectores, héroes y pruebas en el papel. Además dejan claro quiénes son ellos. Los autores de carne y hueso se convierten en los autores sobre el papel, que agregan al artículo más personajes semióticos, multiplicando el «él». Los seis autores de lo que he llamado el artículo de Guillemin, por supuesto que no lo escribieron. Nadie podría recordar por cuántos borradores pasó el artículo. La atribución de estos seis nombres, el orden en que aparecen, todo ello está cuidadosamente escenificado, y como es una parte de la escritura del guión, no nos dice *quién* escribe el guión.

Esta obvia puesta en escena no es el único signo de la presencia de los autores. Aunque se dice que la literatura técnica es impersonal, dista mucho de serlo. Los autores se hallan por doquier, incorporados en el texto. Lo cual puede verse incluso cuando se usa la voz pasiva (rasgo que a menudo se invoca para definir el estilo científico). Cuando se escribe «de cada tumor fue extraída una porción de tejido», se obtiene un retrato del autor en la misma medida que si escribes «el Dr. Schally extrajo», o «mi joven colega Jimmy extrajo». Es sencillamente otro retrato; un telón de fondo gris sobre el escenario es tan telón de fondo como uno en color. Todo depende de los efectos que uno desee causar en la audiencia.

El retrato del autor es importante ya que proporciona la contrapartida imaginaria del lector; es capaz de controlar la manera en que el lector deberá leer, reaccionar y creer. Por ejemplo, a menudo se sitúa a sí mismo dentro de una genealogía que ya presagia la discusión:

> 33) Nuestra concepción de la estructura del riñón del hámster se ha visto alterada hace poco, de forma drástica, por las observaciones de Wirz (referencia). Deseamos comunicar una nueva observación adicional.

El autor de esta frase no se retrata a sí mismo como un revolucionario, sino como un seguidor; no como un teórico, sino como un humilde observador. Si un lector desea atacar la tesis o la teoría, es reconducido a las «drásticas» transformaciones que produjo Wirz y a las concepciones que éste tenía. Para evidenciar de qué manera una frase así crea una cierta imagen del autor, volvamos a escribirla de otra manera:

> 34) Wirz (referencia) observó recientemente un enigmático fenómeno, que no pudo interpretar dentro del sistema clásico de la estructura del riñón. Deseamos proponer una nueva interpretación de sus datos.

El artículo ha cambiado por completo su política. Se trata ahora de un artículo revolucionario y teórico. La posición de Wirz ha sido alterada. Era el maestro; ahora es un precursor que no sabía con seguridad lo que estaba haciendo. Las expectativas del lector se modificarán dependiendo de qué versión escoja el autor. Los mismo cambios se producirán si jugueteamos con el enunciado 21, que era la introducción al artículo escrito por Guillemin para anunciar el descubrimiento del GRF. Recordemos que los primeros esfuerzos de Schally fueron descartados con la frase «hasta la fecha, el GRF hipotalámico no ha sido caracterizado de manera inequívoca, a pesar de algunas afirmaciones prematuras en contrario». ¿Qué siente el lector si ahora transformamos la frase 21 en la siguiente:

> 35) Schally (referencia) propuso inicialmente una caracterización del GRF hipotalámico; el presente trabajo propone una secuencia distinta que podría resolver algunas de las dificultades de la primera caracterización.

El lector de la frase 21 espera por fin la verdad, después de tantas tentativas inútiles para encontrar el GRF, mientras que el lector de 35 se prepara para leer una nueva propuesta que se sitúe en la misma línea que la primera. Schally es un don nadie en el primer caso; un honorable colega en el segundo. Cualquier cambio en la posición del autor en el texto puede modificar las potenciales reacciones del lector.

Especialmente importante es la escenificación que el autor hace de lo que debería tratarse, de lo que es realmente interesante (¡de lo que es especialmente importante!), y de lo que es, en principio, discutible. Esta agenda oculta, incorporada al texto, prepara el camino para la discusión. Por ejemplo, Schally, al final del artículo que he empleado como ejemplo, de repente ya no está seguro de nada. Escribe:

> 36) Sólo ulteriores estudios podrán demostrar si esta molécula representa la hormona que es responsable de la estimulación de la hormona del crecimiento liberada según condiciones psicológicas.

Esto es como contratar una póliza de seguros contra la inesperada transformación de los hechos en artefactos.* Schally no dijo que había encontrado «la» GHRH, sino sólo «una» molécula que se parecía a la GHRH. Más tarde, cuando fue tan violentamente criticado por su metida de pata, pudo decir que él nunca había afirmado que la GHRH fuera la molécula citada en la afirmación 5.

Esta precaución es a menudo considerada como el signo del estilo científico. La reticencia sería entonces la norma, y la diferencia entre la literatura técnica y la literatura en general consistiría en la multiplicación de modalidades negativas en la primera. Sabemos ahora que esto es tan absurdo como decir que uno camina sólo con su pierna izquierda. Las modalidades positivas son tan necesarias como las negativas. Cada autor designa lo que no deberá ser discutido y lo que tiene que discutirse (véase de nuevo 21). Cuando es necesario no impugnar una caja negra no hay reticencia alguna. Cuando el autor se halla sobre terreno peligroso, las reticencias proliferan. Como en todos los efectos que hemos visto en esta sección, todo depende de las circunstancias. Es imposible decir que la literatura técnica siempre yerra por el lado de la cautela; también se equivoca por el lado de la audacia; o mejor dicho no se equivoca, zigzaguea a través de los obstáculos, y evalúa los riesgos lo mejor que puede. Guillemin, por ejemplo, al final de su artículo, nada entre dos aguas:

> 37) Lo que con seguridad puede decirse es que la molécula que ahora hemos caracterizado, tiene todos los atributos que se esperan en el factor hipotalámico de estimulacion de la hormona del crecimiento, buscado desde hace tanto tiempo.

La precaución de Schally ha desaparecido. Ha corrido el riesgo; de repente la certeza está de su lado: la nueva sustancia hace todo lo que el GRF hace. El autor se limita a detenerse bruscamente antes de decir «esto es el GRF». (Obsérvese que el autor utiliza alegremente el «nosotros» y la voz activa al resumir su victoria.) Pero en el párrafo siguiente adopta tácticas completamente diferentes:

> 38) Si tenemos en cuenta otras experiencias anteriores, probablemente los roles, efectos y usos más interesantes del GRF son del todo insospechados en la actualidad.

* Juego de palabras: «transformation of facts into artifacts» (N. del T.).

Se trata en verdad de una póliza de seguros contra lo desconocido. Nadie será capaz de criticar al autor por su falta de perspectiva, ya que le espera lo inesperado. Mediante el uso de dicha fórmula, el autor se protege contra lo que sucedió en el pasado con otra sustancia, la somatostatina.[13] Originalmente aislada en el hipotálamo para inhibir la liberación de la hormona del crecimiento, resultó estar en el pancreas y desempeñar un rol en la diabetes. Pero al grupo de Guillemin se le escapó el descubrimiento que otros hicieron con su propia sustancia. Entonces, ¿es el autor cauto o no? Ni una cosa ni la otra. Escribe con cuidado para proteger sus afirmaciones lo mejor que puede y parapetarse contra las objeciones del lector.

Una vez escrito el artículo, es muy difícil rastrear las cuidadosas tácticas mediante las cuales se urdió, aunque un vistazo a los borradores de los artículos científicos será suficiente para evidenciar que los autores reales son bastante conscientes de todo ello. Saben que sin reescritura y posicionamiento la fortaleza de su artículo se malogrará, porque los autores y los lectores construídos en el texto no encajarán. Todo depende de unas cuantas palabras mal escogidas. La tesis puede volverse infundada, el artículo controvertido, o, por el contrario, tan tímido y cauto, tan amable e inocuo, que permita a otros cosechar los principales descubrimientos.

c) Captación

Puede resultar descorazonador para algunos de nosotros que queremos escribir textos eficaces, capaces de influir en las controversias, ¡pero, incluso la enorme cantidad de trabajo señalada anteriormente no es suficiente! Todavía falta algo. No importa cuántas referencias haya sido capaz de reunir el autor; no importa cuántos recursos, instrumentos e ilustraciones haya podido movilizar; no importa lo bien dispuestas y equipadas que estén las tropas; no importa cuan hábil sea su anticipación de lo que los lectores harán y cuán sutilmente se presente a sí mismo; no importa lo ingenioso de su elección acerca del terreno en el que debe mantenerse y del que debe abandonar; a pesar de todas estas estrategias, el lector real, el lector de carne y hueso, aún puede *llegar a conclusiones distintas*. Los lectores son gente enrevesada, obstinada e imprevisible, incluso los cinco o seis que quedan para leer el artículo de principio a fin. Aislados, rodeados, acosados por todos sus aliados, todavía pueden escapar y concluir que los misiles soviéticos tienen un margen de error de 100 metros, que no has probado la existencia de la GHRH o del GRF, o que tu artículo sobre células de combustible es un revoltijo. El lector sobre el papel, el «él» de, por ejemplo, la frase 32, puede haber dejado de discutir y admitir la credibilidad del autor; pero ¿qué sucede con el lector real? Podría haberse saltado un pasaje entero, centrándose en un detalle marginal para el autor. El autor les dijo en la afirmación 21 que el control por el hipotálamo de la hormona del crecimiento es indiscutible: ¿le seguirán? Les dijo en 36 lo que iba a tratar: ¿aceptarán su programación? El autor abre muchos caminos yendo de un lado para otro y pide al lector que los siga; puede que los lectores crucen estos caminos y luego escapen. Volviendo a la frase de Galileo, 2000 Demóstenes y Aristóteles todavía son débiles si tan sólo un lector medio tiene la posibilidad de escaparse y huir. Todas las cifras amasadas por la literatura técnica son insuficientes si se permite al lector vagar y desviarse. Todos los movimientos de los objetores deberían, por lo tanto, controlarse de manera que se encuentren con números impresionantes y sean derrotados. Llamo **captación** (o *captatio* en la antigua retórica) a este sutil control de los movimientos de los objetores.[14]

Recordad que los autores necesitan la buena voluntad de los lectores para que sus propias afirmaciones se conviertan en hechos (véase parte A, apartado 2). Si

no se persuade a los lectores, no asumirán la tesis; pero si se les da libertad para que la discutan, la tesis se alterará profundamente. El escritor de un texto científico está, pues, en un dilema: cómo dejar a alguien completamente libre y mantenerlo, al mismo tiempo, completamente obediente. ¿Cuál es la mejor manera de resolver esta paradoja? Disponer el texto de manera que dondequiera que esté el lector, sólo haya *una forma* de continuar.

¿Pero cómo puede obtenerse este resultado, si por definición el lector real puede discutirlo todo y tomar cualquier sentido? Haciendo que sea más difícil para el lector tomar otros sentidos. ¿Cómo es posible conseguirlo? Acumulando con cuidado más cajas negras, argumentos más difícilmente discutibles. La naturaleza del juego es la misma que la de la construcción de un dique. Sería estúpido que un ingeniero de diques supusiera que el agua obedecerá sus deseos, absteniéndose de desbordarse o fluyendo educadamente de abajo hacia arriba. Por el contrario, cualquier ingeniero partirá del principio de que si el agua puede escaparse, lo hará. Algo similar ocurre con los lectores, si dejas la menor abertura se escaparán; si intentas forzarlos a que vayan corriente arriba no lo harán. Por lo tanto, lo que debes hacer es asegurarte de que el lector siempre fluya libremente ¡pero *en un valle lo bastante profundo*! Desde el comienzo de este capítulo hemos observado este trabajo de excavación, atrincheramiento y bloqueo, repetidas veces. Todos los ejemplos se movían de una afirmación bien conocida a una que lo era menos; todos empleaban una tesis difícilmente discutible para comenzar o para detener la discusión de una afirmación más dudosa. Cada controversia intentaba invertir la corriente mediante el desplazamiento de las modalidades negativas y positivas. La captación es una generalización del mismo fenómeno que induce a los lectores a alejarse de lo que estaban dispuestos a aceptar al principio. Si el trabajo de excavación y bloqueo está bien hecho, el lector, aunque atrapado, se sentirá libre por completo (véase fig. 1.8).

La metáfora hidráulica es adecuada, pues la escala de la obra pública acometida depende de lo lejos que desees que vaya el agua, de la intensidad de la corriente, de la pendiente y del tipo de terrenos en que tengas que reforzar y apuntalar los diques y los canales. Lo mismo sucede con la persuasión. Es un trabajo fácil si deseas convencer a unos pocos de algo que es casi obvio; resulta mucho más difícil si deseas convencer a gran cantidad de gente de algo muy alejado o incluso contrario a sus creencias habituales (véase capítulo 5, parte C). La metáfora muestra que la relación entre la cantidad de trabajo y la persuasión depende de las circunstancias. Convencer no es sencillamente cuestión de ir arrojando palabras por doquier. Es una carrera entre los autores y los lectores por el control recíproco de sus movimientos. Sería enormemente difícil para un «hombre medio» desviar de su camino a «2000 Demóstenes y Aristóteles», en una cuestión en la que, a primera vista, cualquier sentido es igualmente factible; la única forma de disminuir la dificultad es poner un dique a todos los canales alternativos. No importa en qué lugar del texto esté el lector, él (o ella) se enfrenta a instrumentos difícilmente discutibles, figuras de las que aún es más difícil dudar, referencias más difíciles de disputar y despliegues de cajas negras acumuladas. Él (o ella) fluye de la introducción a la conclusión, como un río fluye dentro de cauces artificiales.

Cuando se obtiene dicho resultado, lo cual ocurre pocas veces, se dice que el texto es **lógico**. Al igual que las palabras «científico» o «técnico», parece que «lógico» hace referencia, a menudo, a una literatura distinta a la de tipo ilógico que sería escrita por personas con una mentalidad diferente, siguiendo métodos distintos o criterios más severos. Pero no existe una separación absoluta entre textos lógicos e ilógicos; se da una completa gama de matices que dependen tanto del lector como del autor. La lógica no hace referencia a una nueva cuestión temática, sino a simples

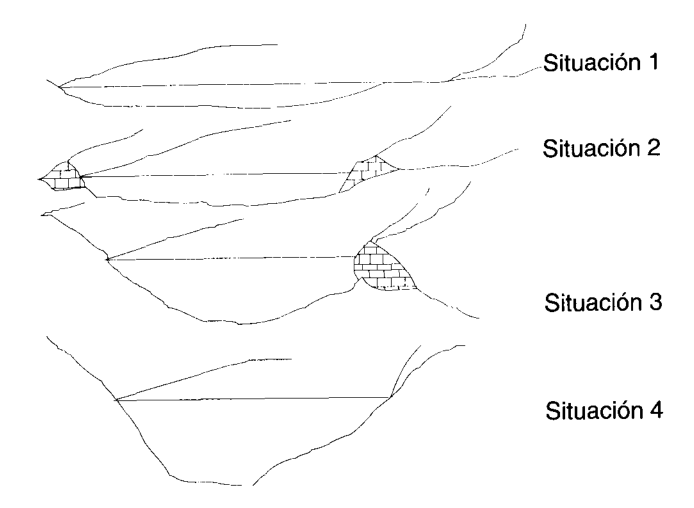


Figura 1.8

esquemas prácticos: ¿Puede huir el lector? ¿Puede pasar por alto esta parte? ¿Es capaz, una vez allí, de tomar otra senda? ¿Es posible escapar de la conclusión? ¿Es la figura a prueba de agua? ¿La prueba está lo suficientemente ajustada? El escritor pone en fila todo lo que tiene a mano, de manera que estas preguntas encuentran respuestas prácticas. Aquí es donde el **estilo** empieza a contar; un buen escritor científico puede conseguir mejor su propósito si es «más lógico» que uno malo.

El aspecto más llamativo de esta carrera entre el lector y el escritor se da cuando se alcanzan los límites. En principio, por supuesto, no hay límites, pues el destino de la tesis está, como ya dije, en manos de los últimos usuarios (véase capítulo 2, parte C). Siempre es posible discutir un artículo, un instrumento, una figura; siempre es posible para un lector de carne y hueso salirse del sendero previsto para el lector sobre el papel. En la práctica, sin embargo, los límites se alcanzan. El autor obtiene este resultado acumulando tantas filas de cajas negras que llegará un punto en que el lector, lo bastante obstinado como para disentir, se enfrentará a hechos tan antiguos y tan unánimemente aceptados que, a fin de seguir dudando, él (o ella) *se quedará solo*. Al igual que un hábil ingeniero que decida construir su dique sobre un sólido lecho de piedra, el escritor se las arreglará para vincular el destino del artículo al de hechos cada vez más compactos. El límite práctico se alcanza cuando el disidente medio ya no se enfrenta a la opinión del autor, sino a lo que miles y miles de personas han pensado y afirmado. Las controversias, después de todo, tienen un final. No se trata de un final natural, sino de uno urdido cuidadosamente, como los de las películas o las obras de teatro. Si todavía dudas de que el MX deba fabricarse (véase 1), o de que la GHRH haya sido descubierta por Schally (véase 5), o de que las células de combustible sean el futuro del motor eléctrico (véase 8), entonces estarás solo, sin apoyos ni aliados, aislado en tu profesión, o, lo que es peor, excluido de la comunidad, ¡o tal vez, aún más horrible, enviado a un asilo! Poderosa retórica ésta, que puede volver loco al disidente.

3. LA SEGUNDA REGLA DEL MÉTODO

En este capítulo hemos visto una **segunda regla del método**, además de la primera que nos exigía estudiar la ciencia y la tecnología en acción. Esta segunda regla nos exige que no busquemos las cualidades intrínsecas de un enunciado dado, sino que investiguemos, en su lugar, todas las transformaciones por las que pasa más tarde en manos de otros. Esta regla es la consecuencia de lo que llamé nuestro primer principio: el destino de los hechos y las máquinas está en manos sus usuarios posteriores.

Estas dos reglas del método, consideradas a la vez, nos permiten continuar nuestro viaje a través de la tecnociencia sin que nos intimide la literatura técnica. Cualquiera que sea la controversia de la que partamos, siempre seremos capaces de orientarnos.

a) Observando en que etapa se encuentra el enunciado elegido como punto de partida.

b) Encontrando a la gente que procura que la afirmación se acerque más o menos a un hecho.

c) Comprobando en qué sentido es empujada la afirmación por las acciones opuestas de esos dos grupos; ¿está en la parte superior de la escala dibujada en la figura 1.5, o en la inferior?

Esta investigación inicial nos proporcionará nuestro primer rumbo (nuestra latitud, por así decirlo). Después, si el enunciado que perseguimos se destruye rápidamente, tendremos que ver cómo se ha transformado, y qué sucede con su nueva versión: ¿se acepta más fácilmente, o menos? La nueva investigación nos ofrecerá:

d) Una medida de la distancia entre la afirmación original y las nuevas, como la que vimos, por ejemplo, entre el enunciado 5 de Schally, sobre la GHRH, efectuado en 1971; y el de Guillemin de 1982 sobre la misma sustancia llamada GRF y con una secuencia de aminoácidos completamente distinta. Esto nos proporcionará nuestra segunda orientación, la longitud.

Por último, la unión de las dos dimensiones señalará:

e) El frente de la controversia, como se resume en la figura 1.9.

CONCLUSIÓN: NÚMEROS Y MÁS NÚMEROS

Al llegar al final de este capítulo, deberá quedar claro por qué la mayoría no escribe ni lee textos científicos. ¡No es de extrañar! Es un rasgo característico de un mundo despiadado. ¡Es mejor leer novelas! Lo que llamaré **escritura-de-hechos** en oposición a la **escritura-de-ficción** limita el número de posibles formas de lectura a tres: la renuncia, la lectura acrítica o el examen a fondo. *Renunciar* es lo más frecuente. La gente lo deja y *no* lee el texto, ya sea porque cree o no en el autor, porque es expulsada de la controversia o porque no está interesada en leer el artículo, (esto sucede, podemos estimarlo, en el 90 % de los casos). *Leer acríticamente* es una acción poco habitual, pero es el resultado corriente de la retórica científica: el lector cree en la tesis del autor y lo ayuda a convertirla en un hecho utilizándola posteriormente sin discutirla, (¿tal vez el 9 % de los casos?). Existe aún otra posibilidad, pero tan rara y costosa que en lo relativo a su número es insignificante: *reelaborar* todo lo que el autor examinó. Esta última posibilidad permanece abierta porque



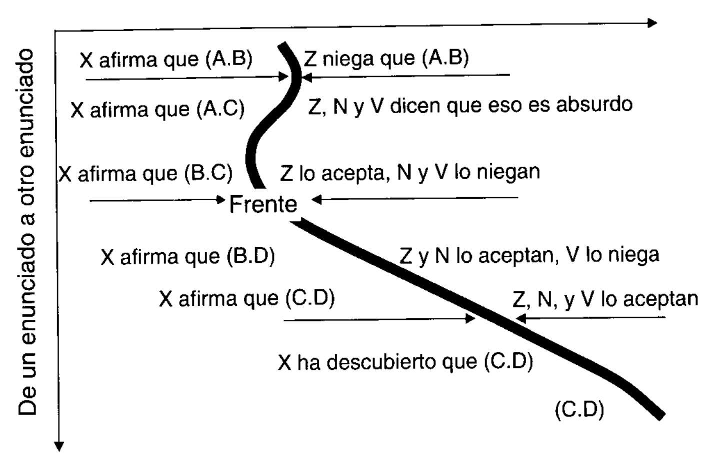


Figura 1.9

incluso en los mejores escritos científicos siempre hay, al menos, una grieta: muchos de los recursos empleados provienen de instrumentos, animales o imágenes, de cosas que están *fuera del texto*. El objetor puede intentar criticar el texto desvinculando dichas **fuentes** de abastecimiento. Él (o ella) será luego conducido desde el texto al lugar de donde el texto afirma provenir: la naturaleza o el laboratorio. Esto sólo es posible con una condición: que el disidente disponga de un laboratorio o de formas de acceder a la naturaleza de modo similar a la del autor. ¡No es extraño que esta forma de leer un artículo científico sea poco frecuente! Hay que tener una maquinaria propia. A este precio, y sólo así, se consigue retomar la controversia y reabrir las cajas negras. Está estrategia poco común es la que estudiaremos en el próximo capítulo.

La peculiaridad de la literatura científica queda ahora clara: las únicas tres posibilidades de leerla conducen a la muerte del texto. Si se renuncia, el texto no cuenta y es como si no hubiera sido escrito. Si se lee acríticamente, se cree tanto en él que inmediatamente se resume, se condensa, se estiliza y se introduce en la práctica tácita. Finalmente, si uno se adentra en los procesos al autor, abandona el texto y entra en el laboratorio. De este modo, el texto científico, sea o no un éxito, ahuyenta a sus lectores. Hecho para atacar y defender, ya no es un lugar para visitar tranquilamente, ahora es un bastión o un búnker. Esto lo hace diferente a la lectura de la Biblia, de Stendhal o de los poemas de T. S. Eliot.

Sí, Galileo se equivocó al pretender oponer la retórica a la ciencia poniendo grandes números de un lado y un hombre corriente que «tropieza con la verdad» del otro. Todo lo que hemos visto desde el principio demuestra exactamente lo contrario. Cualquier hombre corriente que emprende una discusión, termina enfrentado con gran cantidad de recursos, no con dos mil, sino con decenas de miles. Entonces, ¿cuál es la diferencia entre la retórica, tan despreciada, y la ciencia, tan admirada? La retórica solía ser despreciada porque movilizaba *aliados externos* tales como la pasión, el estilo, las emociones, los intereses, las artimañas de abogado, etc., para apoyar un argumento. Desde los tiempos de Aristóteles ha sido odiada porque

distorsionaba de forma desleal o cambiaba completamente, debido a cualquier sofista casual que recurriese a la pasión y al estilo, el camino recto de la razón. ¿Qué debe decirse de quienes recurren a muchos más aliados externos además de la pasión y el estilo, con el fin de cambiar completamente el camino del razonamiento común? La diferencia entre la retórica antigua y la nueva no es que la primera haga uso de aliados externos que la segunda se abstiene de utilizar; la diferencia estriba en que la primera sólo utiliza *unos pocos* y la segunda *muchísimos*. Esta distinción me permite evitar una interpretación incorrecta de este capítulo, que sería sostener que estudiamos los «aspectos retóricos» de la literatura técnica, como si los otros aspectos se pudieran dejar en manos de la razón, la lógica y los detalles técnicos. Mi argumento, por el contrario, sostiene que, finalmente, debemos llamar científica la retórica capaz de emplear en un lugar más recursos que la antigua (véase capítulo 6).

Es por esta definición, en términos del número de aliados, por la que me abstuve de definir esta literatura por su rasgo más obvio: la presencia de números, figuras geométricas, ecuaciones, matemáticas, etc. La presencia de estos objetos sólo será explicada en el capítulo 6 porque su forma es imposible de entender si se la separa de este proceso de movilización que la intensidad de la retórica hace necesario. Por lo tanto, el lector no debería preocuparse por la presencia o ausencia de cifras en la literatura técnica. Por el momento, no es la característica más relevante. Tenemos que entender, primero, cuántos elementos que tengan que ver con una controversia se pueden introducir; una vez entendido esto, los demás problemas serán más fáciles de resolver.

Al estudiar en este capítulo cómo se aviva una controversia, he examinado la anatomía de la literatura técnica y he afirmado que era una forma adecuada de cumplir mi promesa original de mostrar los componentes heterogéneos que constituyen la tecnociencia, incluyendo los *sociales*. Preferiría anticiparme a la objeción de mi lector (semiótico): ¿qué quiere decir con «social»?, dice indignadamente. ¿Dónde están el capitalismo, las clases proletarias, la batalla de los sexos, la lucha por la emancipación de las razas, la cultura occidental, las perversas estrategias de las multinacionales, el estamento militar, los tortuosos intereses de los grupos de presión profesionales, la carrera por el prestigio y los premios entre los científicos? Todos estos elementos son sociales ¡y esto es lo que *no muestra* con todos sus textos, artimañas retóricas y tecnicismos!

Estoy de acuerdo, no hemos visto nada de esto. Lo que he mostrado, sin embargo, era algo mucho más obvio, mucho menos inverosímil, mucho más omnipresente que cualquiera de estos actores sociales tradicionales. Hemos visto cómo la literatura se volvía cada vez más técnica por la incorporación de más y más recursos. En concreto, hemos visto llevar un disidente al aislamiento debido al número de elementos que los autores de artículos científicos ponían de su lado. Aunque en principio suene antiintuitivo, cuanto más técnica y especializada es la literatura, más «social» se vuelve, pues aumenta el *número de asociaciones* necesarias para expulsar a los lectores y forzarlos a aceptar como un hecho una afirmación. La afirmación del Sr. Fulano era fácil de rechazar, pero mucho más difícil de minimizar era el artículo de Schally sobre la GHRH en el enunciado 16; no porque la primera era social y la segunda técnica, sino porque la primera es la palabra de un sólo hombre y el segundo son las palabras de muchos hombres bien equipados. La primera está elaborada con unas pocas asociaciones, el segundo con muchas. Para decirlo de modo más tajante, la primera es un poco social, el segundo lo es extremadamente. Aunque esto se comprenderá mejor más tarde, está claro que si estar aislado, asediado y sin aliados ni defensores no es un acto social, entonces nada lo es. La distinción entre literatura técnica y el resto no es un límite natural, es una frontera creada por la desproporcionada cantidad de vínculos, recursos y aliados disponibles en cada lugar. Esta literatura no es tan difícil de leer y analizar porque escape de los lazos sociales corrientes, sino porque es *más* social que los así llamados vínculos sociales normales.

2

Laboratorios

Podríamos detener nuestra investigación donde la dejamos al final del capítulo anterior. Para un lego, estudiar ciencia y tecnología significaría, entonces, analizar los discursos científicos, enumerar citas, hacer muchos cálculos bibliométricos y realizar estudios semióticos[1] de los textos científicos y de su iconografía, es decir, extender la crítica literaria a la literatura técnica. Por más interesantes y necesarios que sean, estos análisis no son suficientes si pretendemos seguir a los científicos y a los ingenieros en su trabajo; después de todo, no están preparando, leyendo y escribiendo artículos durante las 24 horas del día. Los científicos y los ingenieros argumentan constantemente que detrás de los textos técnicos hay algo mucho más importante que sus escritos.

Al final del capítulo anterior vimos cómo los artículos forzaban al lector a elegir entre tres opciones posibles: renunciar (la más frecuente), leer acríticamente, o reelaborar el trabajo del autor. Utilizando las herramientas que ideamos en el capítulo 1 es fácil, ahora, comprender las dos primeras, pero aún somos incapaces de entender la tercera. Más adelante, en la segunda parte del libro, veremos muchas otras formas de evitar esta tercera opción y, aún así, salir triunfantes en el curso de una controversia. Para simplificar las cosas, sin embargo, doy por supuesto en esta parte que el disidente no tiene otra escapatoria que la de examinar a fondo el trabajo del autor del artículo. Aunque sea extraño, para nosotros es esencial visitar los lugares donde se dice que los artículos fueron elaborados. Este nuevo paso en nuestro viaje a través de la tecnociencia es mucho más laborioso, porque mientras la literatura técnica resulta accesible en las bibliotecas, archivos, oficinas de patentes o centros de documentación corporativos, es mucho más difícil entrar a hurtadillas en los pocos lugares en que se escriben los artículos y seguir la construcción de hechos en sus más íntimos detalles. Sin embargo, no tenemos otra opción si pretendemos aplicar la primera regla de nuestro método: si los científicos a los que seguimos entran en el laboratorio, nosotros también lo haremos, sin importar cuán difícil sea el trayecto.

A. DE LOS TEXTOS A LAS COSAS: EL MOMENTO DECISIVO

«¿Dudas de lo que he escrito? Permíteme demostrártelo». El muy singular y obstinado disidente que *no* ha sido convencido por el texto científico, y que no ha encontrado otras formas de desembarazarse del autor, es conducido del texto al lugar de donde se dice que el texto procede. Llamaré a este lugar el **laboratorio**, que por ahora sólo significa, como su nombre indica, el lugar donde *trabaja* el científico. En realidad, el laboratorio ya estaba presente en los textos que estudiamos en el capítulo anterior: los artículos aludían a «pacientes», «tumores», «HPLC», «espías rusos» y «motores». Se proporcionaron fechas y horas de los experimentos, así como los nombres de los técnicos citados. Sin embargo, todas estas alusiones se realizaron en un mundo de papel; el texto se refería a un conjunto de actores semióticos, pero no estaban *presentes* en carne y hueso; eran aludidos como si existieran independientemente del texto, podrían haber sido inventados.

1. INSCRIPCIONES*

¿Qué encontramos cuando atravesamos el espejo y acompañamos a nuestro obstinado disidente en su trayecto de los textos al laboratorio? Supongamos que leemos el siguiente enunciado en una revista científica y que, por alguna razón, no queremos creerlo:

> 1) «La figura 1 muestra un modelo típico. La actividad biológica de la endorfina fue encontrada esencialmente en dos zonas, siendo la actividad de la zona 2 totalmente reversible mediante naloxona, al menos si lo consideramos estadísticamente».

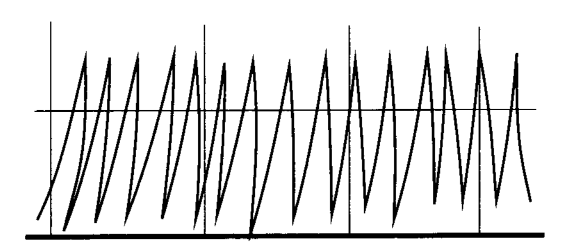
Nosotros, los disidentes, cuestionamos tanto la figura 1, y estamos tan interesados en ella, que vamos al laboratorio del autor (al que llamaré «el Profesor»). Nos conducen a una habitación muy bien iluminada y con aire acondicionado. El Profesor está sentado frente a un conjunto imponente de aparatos que al principio no atraen nuestra atención. «¿Dudas de lo que he escrito? Permíteme demostrártelo». Este último enunciado se refiere a una imagen producida lentamente por uno de estos aparatos (véase fig. 2.1):

Entendemos que el Profesor nos hace observar algo relacionado con la figura del texto del enunciado 1. Nos damos cuenta, así, de donde proviene la figura. La *han extraído* de los instrumentos de esta habitación, y luego, la han *depurado*, *redibujado* y *expuesto*. En este momento creemos haber llegado a la fuente de todas esas imágenes que vimos ataviadas en el texto, como las pruebas finales de todos los argumentos del capítulo 1. También nos damos cuenta de que las imágenes que constituían el último estrato del texto son el *resultado final* de un largo proceso de laboratorio, que ahora comenzamos a atisbar. Observando cómo el papel con la gráfica dibujada emerge del fisiógrafo, comprendemos que nos encontramos en la intersección de dos mundos: el mundo de papel que acabamos de dejar, y el mundo de los instrumentos en el que acabamos de entrar. En esta intersección se produce un híbrido: una imagen sin refinar, que sale de un instrumento y que, más tarde, será utilizada en un artículo.

* Es la traducción literal del término inglés *inscription*. Como se verá a lo largo del texto, el autor da a este término un sentido más amplio que el usual (N. del T.).

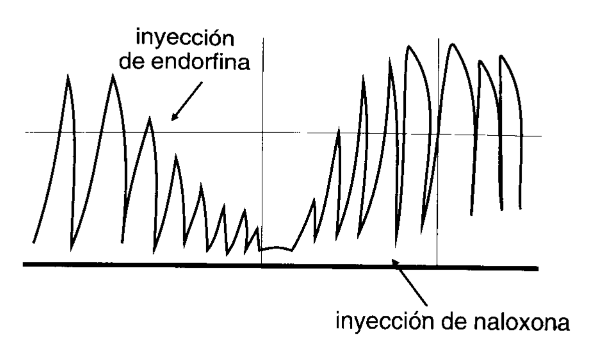
Durante un tiempo observaremos el pulso regular de la aguja que discurre sobre el papel y garabatea misteriosas notas. Nos quedamos fascinados ante el tenue velo que existe entre el texto y el laboratorio. Pronto, el Profesor conduce nuestra atención de los trazos sobre el papel, hacia el fisiógrafo de donde está emergiendo lentamente la imagen. Detrás de la aguja hay una gran cantidad de piezas de hardware electrónico que registran, calibran, amplifican y regulan las señales provenientes de otros instrumentos, de un impresionante conjunto de objetos de vidrio. El Profesor se dirige a una cámara de cristal donde las burbujas fluyen con regularidad alrededor de un minúsculo trozo de algo que parece elástico. Es realmente elástico, canturrea el Profesor. Es un trozo de intestino, intestino de cobaya («músculo longitudinal inervado por el plexo longitudinal de íleon de cobaya» son sus palabras). El intestino tiene la propiedad de contraerse regularmente si se mantiene vivo. Esta pulsación regular se puede distorsionar fácilmente con muchas sustancias químicas. Si se coloca el intestinto de manera tal que cada contracción emita una pulsación eléctrica, y si se logra que la pulsación mueva una aguja sobre una gráfica de papel, entonces, se inducirá al intestino de cobaya a producir garabatos de forma regular durante un largo período. Si se añade luego una sustancia química a la cámara, se *verá* cómo los picos dibujados por la aguja entintada se ralentizan o se aceleran. La perturbación, invisible en la cámara, es visible sobre el papel: la sustancia química, sea cual sea, produce una *silueta* sobre el papel. Dicha forma «dice algo» sobre la sustancia química. Con este sistema, ahora es posible formular nuevas preguntas: ¿Si se dobla la dosis de la sustancia química, disminuirán los picos a la mitad? ¿Y si se triplica, qué sucederá? Ahora puedo medir directamente sobre el papel de la gráfica la superficie blanca delimitada por el trozo decreciente, y definir, así, una relación cuantitativa entre la dosis y la respuesta. ¿Qué sucede si inmediatamente después de añadir la primera sustancia química, se añade otra que sabemos que la contrarresta? ¿Volverán los picos a su nivel normal? ¿Cuánto tiempo tardarán en hacerlo? ¿Cómo será la gráfica obtenida a partir de este retorno al nivel de la línea de base? Si dos sustancias químicas, una conocida y otra desconocida, trazan la misma pendiente sobre el papel ¿puede decirse que, como mínimo, son la misma sustancia? Estas son algunas de las cuestiones que el Profesor aborda con la endorfina (desconocida), la morfina (bien conocida) y la naloxona (conocida como antagonista de la morfina).

Ya no nos piden que demos crédito al texto leído en *Nature*, ahora nos piden que demos crédito a *nuestros propios ojos*, que pueden ver cómo la endorfina se comporta exactamente igual que la morfina. El objeto que vimos en el texto y el



Bien. Esta es la línea de base; ahora voy a inyectar endorfina, ¿qué sucederá? ¡¿Ves?!

Figura. 2.1.



Inmediatamente la línea desciende de forma abrupta. Y ahora observa la naloxona ¡¿Ves?! Vuelve al nivel de la línea de base. Es completamente reversible.

Fig. 2.2

que ahora contemplamos son idénticos en todo, excepto en una cosa. La gráfica del enunciado 1 que era el elemento más concreto y visible del texto, ahora, en 2, es el elemento más abstracto y literal en medio de un laboratorio que cuenta con un equipo impresionante. ¿Vemos más o menos que antes? Por un lado podemos ver más, pues estamos observando no sólo la gráfica, sino el fisiógrafo, y el hardware electrónico, y los objetos de vidrio, y los electrodos, y las burbujas de oxígeno y el latido del íleon, y el Profesor que con una jeringa inyecta sustancias químicas en la cámara y anota en un inmenso libro de protocolos la hora, las dosis y sus reacciones. Podemos ver más, puesto que tenemos frente a nuestros ojos no sólo la imagen, sino también su proceso de elaboración.

Por otro lado vemos *menos*, porque ahora se puede modificar cada uno de los elementos que construyen la gráfica final con objeto de producir un resultado visible diferente. Cualquier incidente podría borrar los diminutos picos y convertir la escritura normal en garabatos sin sentido. Justo cuando nos sentimos seguros de nuestra creencia y comenzamos a estar completamente convencidos, gracias a que podemos observar la imagen con nuestros propios ojos, nos sentimos repentinamente inseguros debido a la fragilidad de todo el sistema. El Profesor, por ejemplo, maldice el intestino diciendo que es un «intestino de mala calidad». Acusa al técnico que sacrificó al cobaya y decide comenzar de nuevo. Se detiene la demostración y tiene lugar una nueva escena. Se pone un cobaya sobre la mesa, bajo los focos del quirófano, y luego lo anestesian, lo crucifican y lo seccionan. Se localiza el intestino, se extrae una parte diminuta, se corta el tejido inútil, y el fragmento final se coloca delicadamente entre dos electrodos y, para mantenerlo vivo, se sumerge en un líquido con nutrientes. Inesperadamente, estamos mucho más lejos del mundo de papel del artículo. Estamos en un charco de sangre y vísceras, un poco asqueados por la extracción de íleon de esta pequeña y peluda criatura. En el capítulo anterior admiramos la capacidad retórica del Profesor como escritor. Ahora, vemos cuántas otras habilidades manuales se requieren para poder escribir un artículo convincente. El cobaya solo no hubiera sido capaz de decirnos nada sobre la similitud entre la endorfina y la morfina, no podría expresarse por medio de un texto y no lograría convencernos. Sólo una parte de su intestino, atado a la cámara de cristal y colocado en el fisiógrafo, se puede emplear en un texto y utilizarse para modificar nuestra creencia. Así, el arte del Profesor para convencer a los lectores debe extenderse más allá del artículo, a la preparación del íleon, a calibrar los picos y a ajustar el fisiógrafo.

Después de una larga espera para poder comenzar de nuevo el experimento, para que estuvieran disponibles nuevos cobayas y para preparar nuevas muestras de endorfina, con objeto de purificarlas, nos damos cuenta de que la invitación del autor («Permíteme demostrártelo») no es tan sencilla como creíamos. Es una lenta, larga y compleja representación púbica de pequeñas escenas. «Mostrar» y «ver» no consisten en meros destellos de la intuición. Cuando entramos en el laboratorio no nos presentan a la endorfina verdadera, de cuya existencia dudábamos. Nos presentan otro mundo en el que para verla es necesario preparar, concentrar y fijar la visión. Fuimos al laboratorio con el fin de disipar nuestras dudas sobre el artículo, pero hemos entrado en un laberinto.

Esta situación inesperada hace estremecernos, porque ahora caemos en la cuenta de que si no creemos en los resultados obtenidos por el Profesor con el fisiógrafo, deberemos abandonar el tema o realizar nuevamente la misma tarea experimental. Las dificultades se han incrementado enormemente desde que empezamos a leer los artículos científicos. Ya no es una cuestión de leer y luego responder. Para poder discutir, necesitamos la habilidad manual requerida para manipular los escalpelos, cortar el íleon de cobaya, interpretar el descenso de los picos, etc. Por mantener viva la controversia hemos tenido que pasar momentos difíciles. Pero, ahora, nos damos cuenta de que no eran nada comparado con lo que nos espera si deseamos continuarla. En el capítulo 1 solamente necesitábamos una buena biblioteca para poder cuestionar los textos. Podría ser costoso y complicado, pero aún sería factible. En este momento, para continuar necesitamos cobayas, un quirófano completo, fisiógrafos, hardware electrónico, técnicos y morfina, por no mencionar unos cuantos matraces de endorfina purificada; también necesitamos la habilidad requerida para utilizar todos estos elementos y para formular, a partir de ellos, una objeción pertinente a la afirmación del Profesor. Como quedará claro en el capítulo 4, cada vez serán necesarios mayores rodeos para encontrar un laboratorio, comprar el equipo, contratar técnicos y ponerse al día en los ensayos con íleon. Todo este trabajo sólo para empezar a elaborar un contraargumento convincente para el artículo original del Profesor sobre la endorfina. (Y cuando, por fin, hayamos dado todo este rodeo y podamos formular una objeción fundamentada, ¿dónde estará el Profesor?)

Al dudar de un texto científico no nos trasladamos del mundo de la literatura a la naturaleza en sí. La naturaleza no se encuentra directamente tras el artículo científico; está, como mucho, de forma *indirecta* (véase parte C). Pasar del artículo al laboratorio significa pasar de un conjunto de recursos retóricos a uno de nuevos recursos, ideados de forma que proporcionen a los recursos retóricos su herramienta más poderosa: la exposición visual. Pasar de los artículos al laboratorio es pasar de la literatura a formas más intrincadas de obtener dicha literatura (o su parte más significativa).

Este pasaje a través del espejo de los artículos me permite definir el concepto de **instrumento**, una definición que ayudará a orientarnos al entrar en un laboratorio. Llamaré instrumento (o **mecanismo de inscripción**) a cualquier estructura, sea cual sea su tamaño, naturaleza o coste, que proporcione una exposición visual de cualquier tipo en un texto científico. La definición es suficientemente sencilla para permitirnos seguir los movimientos de los científicos. Por ejemplo, un telescopio óptico es un instrumento, pero también lo es un conjunto de radiotelescopios, incluso si sus componentes están separados por miles de kilómetros. La muestra de cobaya es un instrumento, aunque sea pequeño y barato comparado con un conjunto de radiotelescopios o con el acelerador de partículas lineal de Stanford. La definición no la proporciona el costo ni la sofisticación, sino, únicamente, la siguiente característica:

la estructura proporciona una inscripción que constituirá el último estrato de un texto científico. Según esta definición, un instrumento no es toda estructura que termina en un pequeño visor que permite leer algo. Un termómetro, un reloj o un contador Geiger dan lecturas, pero no son considerados como instrumentos en tanto sus lecturas no se utilicen como el último estrato de artículos técnicos (véase capítulo 6). Esta cuestión es importante cuando se observan aparatos complejos con cientos de lecturas intermedias realizadas por decenas de técnicos de bata blanca. En el artículo se utilizarán, como prueba visual, las pocas líneas emanadas de la cámara de burbujas y no los montones de registros que hacen las lecturas intermedias.

Es importante resaltar que el uso de esta definición es relativa. Depende de la época. Los termómetros *eran* instrumentos, y muy importantes, en el siglo XVIII, así como los contadores Geiger entre la Primera y la Segunda Guerra Mundial. Dichos aparatos proporcionaban recursos decisivos en los artículos de la época. Pero ahora sólo son una parte de estructuras mayores y sólo se utilizan para que al final se pueda exponer una nueva prueba visual. Puesto que esta definición es relativa a la utilización hecha del «visor» en un artículo técnico, también es relativa a la intensidad y naturaleza de la controversia asociada. Por ejemplo, en la muestra de íleon de cobaya, hay una caja de hardware electrónico con muchas lecturas que llamaré «intermediario» porque no constituye la exposición visual utilizada finalmente en el artículo. Es improbable que alguien haga objeciones sobre ello porque, ahora, las señales electrónicas se calibran a través de una caja negra producida de forma industrial y vendida a millares. Es diferente al gigantesco depósito construido en una antigua mina de oro de Dakota del Sur con un coste de 600 000 dólares (¡dólares de 1964!) por Raymon Davis[2] con el fin de detectar neutrinos solares. En cierto sentido todo el sistema puede ser considerado como *un* instrumento que cuenta con un visor final en el que los astrofísicos pueden leer el número de neutrinos emitidos por el Sol. En este caso, todas las demás lecturas son intermedias. Sin embargo, si la controversia se intensifica, el sistema se descompone en *varios* instrumentos, cada uno de los cuales provee una exposición visual específica que debe ser evaluada independientemente. Si la controversia se acalora un poco, no vemos neutrinos saliendo del Sol. Vemos y oímos un contador Geiger que emite un clic cuando el argón 37 se desintegra. En este caso, el contador Geiger, que sólo ofrecía una lectura intermedia cuando no había discusión alguna, se convierte en un instrumento por derecho propio cuando la disputa se agudiza.

La definición que he utilizado tiene otra ventaja. No hace presuposiciones sobre la composición del instrumento. Puede ser un componente físico, como un telescopio, pero también puede estar compuesto de *software*. Un instituto de estadísticas que utiliza cientos de encuestadores, sociólogos e informáticos relacionando todo tipo de datos sobre economía *es* un instrumento si produce inscripciones para artículos escritos en revistas de economía como, por ejemplo, una gráfica de la media de inflación mensual, y por ramos, de la industria. No importa cuántas personas hayan participado en la construcción de la imagen, ni cuánto tiempo hayan invertido, ni cuánto haya costado, la institución entera es utilizada como *un* instrumento (mientras no haya controversias que provoquen el cuestionamiento de las lecturas intermedias).

En el otro lado de la escala, un joven primatólogo que está observando mandriles en la sabana y sólo está equipado con unos prismáticos, un lápiz y una hoja de papel en blanco, puede considerarse como un instrumento si sus cifras sobre la conducta de los mandriles se resumen en una gráfica. Si se quieren negar sus enunciados, se debe pasar por las mismas ordalías y caminar a través de la sabana tomando notas con reservas de animales similares. Es lo mismo que si se quiere negar la media de inflación industrial, por mes y ramo, o la identificación de la endorfina con la muestra de íleon. El instrumento, independiente de su naturaleza, es el que lleva del artículo a sus pilares, de los muchos recursos empleados en el texto a los muchos más recursos utilizados para crear las exposiciones visuales de los textos. Con esta definición de instrumento podemos hacer muchas preguntas y comparaciones: cuánto cuestan, cuántos años tienen, cuántas lecturas intermedias componen un instrumento, cuánto tiempo se necesita para hacer una lectura, cuántas personas se emplean para activarlos, cuántos autores están utilizando las inscripciones que ellos proporcionan en sus artículos, cuán controvertidas son sus lecturas... . Utilizando esta noción podemos definir el laboratorio, con mayor precisión que antes, como un lugar que reúne uno o varios instrumentos.

¿Qué hay detrás de un texto científico? Inscripciones. ¿Cómo se obtienen dichas inscripciones? Construyendo instrumentos. Este otro mundo situado justo detrás del texto es invisible mientras no haya controversias. Nos presentan una imagen de los valles y montañas de la Luna como si pudieramos verlos directamente. El telescopio que los hace visibles es invisible, al igual que las encarnizadas controversias libradas por Galileo para producir una imagen de la Luna. De forma similar, en el capítulo 1, la precisión de los misiles soviéticos que era sólo un enunciado *obvio*, se convirtió en el resultado de un complejo sistema de satélites, espías, kremlinólogos y simulaciones por ordenador, sólo *después* de que comenzara la controversia. Una vez construido el hecho, el instrumento no se tiene en cuenta, y el trabajo concienzudo necesario para sintonizar los instrumentos desaparece, generalmente, de la ciencia popular. Por el contrario, cuando se sigue a la ciencia en acción, los instrumentos se convierten en los elementos decisivos inmediatamente después de los textos científicos; el disidente es inevitablemente conducido hacia ellos.

Hay un corolario sobre este cambio de relevancia de los aparatos de inscripción en función de la intensidad de la controversia; un corolario que será más importante en el próximo capítulo. Si se considerasen solamente hechos genuinos parecería que cualquiera puede aceptarlos o rechazarlos. No cuesta nada contradecirlos o admitirlos. Si se sigue discutiendo y se alcanza la frontera del lugar de elaboración de los hechos, los instrumentos se vuelven visibles y con ellos se incrementa el coste de la discusión. Se aprende que *discutir es costoso*. La igualdad del mundo en que los ciudadanos tienen opiniones se vuelve un mundo desigual donde disentir o consentir no es posible sin una gigantesca acumulación de recursos que permitan reunir inscripciones relevantes. Lo que diferencia al autor del lector no es sólo la capacidad de movilizar todos los recursos retóricos estudiados en el capítulo anterior, sino también poder reunir los aparatos, personas y animales necesarios para producir una exposición visual utilizable en el texto.

2. PORTAVOCES

Es importante examinar el marco exacto donde tienen lugar los encuentros entre autores y disidentes. Cuando no nos creemos la literatura científica se nos conduce de las abundantes bibliotecas a los *escasos* lugares donde se produce dicha literatura. El autor nos recibe y nos muestra de dónde proceden las cifras aparecidas en el texto. Una vez presentados los instrumentos ¿quién habla durante estas visitas? En primer lugar los autores: le *dicen* al visitante lo que pueden *ver*: «¿ves el efecto de la endorfina?», «¡mira los neutrinos!» Sin embargo, los autores no le enseñan nada al visitante. Los visitantes tienen sus caras giradas hacia los instrumentos y observan el lugar en que se produce la inscripción (inscripción compuesta por conjuntos de muestras, gráficas, fotografías, mapas, o como se le quiera llamar). Al leer el texto

científico, al disidente ya le resultaba difícil dudar, pero con imaginación, perspicacia y manifiestas dificultades siempre era posible. En el laboratorio es mucho más difícil porque el disidente ve con sus propios ojos. Si el disidente acude al laboratorio, dejando de lado las otras formas de evitar pasar por él que estudiaremos más adelante, no tiene que creer en el artículo, ni siquiera en la palabra del científico, puesto que en un gesto de modestia el autor se ha apartado. «Mira por ti mismo», dice el científico con una sonrisa mitigada y posiblemente irónica. «¿Estás convencido ahora?». Enfrentado con la cosa a la que el artículo aludía, ahora el disidente tiene que elegir entre aceptar el hecho o dudar de su propia sensatez, siendo esto último mucho más doloroso.

Parece que hemos llegado al final de toda controversia posible puesto que el disidente ya no tiene nada que discutir. Se halla frente a la cosa en la que ha sido invitado a creer. Casi no existe intermediario humano entre la persona y la cosa; el disidente está exactamente en el lugar donde se dice que la cosa ocurre y en el mismo momento en que ocurre. Cuando se llega a este punto, parece que ya no se necesita hablar más de confianza: la cuestión en sí nos impresiona directamente. Indudablemente, las controversias se terminan para siempre cuando se crea esta situación, que también es un caso muy poco frecuente. El disidente se convierte en un partidario, sale del laboratorio adoptando la tesis del autor y confesando que «X» ha demostrado incontrovertiblemente que A es B. Un nuevo hecho, que será utilizado para modificar el resultado de otras controversias, ha sido elaborado (véase parte B, apartado 3).

Si esto fuera suficiente para resolver el debate, sería el final de este libro. Sin embargo... hay alguien que dice «pero, esperen un minuto...» ¡y la controversia continúa!

¿Qué vimos cuando observamos la muestra de íleon de cobaya? «Endorfina, por supuesto», *dijo* el Profesor. Pero, ¿qué *vimos* nosotros? Lo siguiente:

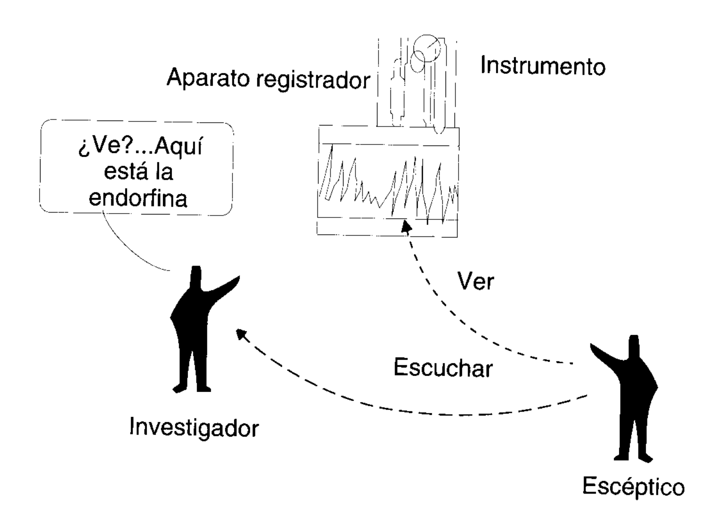


Figura 2.3

Con un mínimo de formación en la materia vemos picos, nos damos cuenta de que hay una línea de base y vemos una depresión en relación a una coordenada que entendemos indica el tiempo. Esto no es aún la endorfina. Lo mismo sucedió cuando visitamos la minas de oro y los neutrinos de Davis en Dakota del Sur. Vimos, dijo él, el recuento directo de neutrinos del gigantesco depósito que los capturaba. Pero ¿qué *vimos*? Trazos sobre el papel que representaban clics del contador Geiger. No neutrinos.

Cuando nos enfrentamos con instrumentos estamos asistiendo a un espectáculo «audiovisual». Hay un conjunto de inscripciones *visuales* producidas por el instrumento y comentarios *verbales* proferidos por el científico. Recibimos ambos conjuntamente. El efecto convincente es notable, pero su causa se confunde porque no podemos distinguir qué proviene del objeto inscrito y qué proviene del autor. Naturalmente que el científico no intenta influirnos. Simplemente comenta, subraya, señala y pone los puntos sobre las íes sin añadir nada. Pero también es cierto que las gráficas y los clics en sí mismos no hubieran sido suficientes para formar la imagen de la endorfina saliendo del cerebro o los neutrinos del Sol. ¿No es ésta una situación extraña? Los científicos no dicen más que lo que está inscrito, pero sin sus comentarios ¡las inscripciones dicen considerablemente menos! Existe una palabra para describir esta extraña situación, una palabra muy importante para cualquiera que siga el hilo del libro, dicha palabra es **portavoz** (o presentador). El autor actúa como si fuera el presentador de lo que está inscrito en el visor del instrumento.

Portavoz es la persona que habla por otros, personas o cosas, que no hablan. Por ejemplo, un delegado sindical es un portavoz. Si los trabajadores se reunieran y hablaran todos al mismo tiempo darían lugar a una cacofonía indescifrable. No se podría recuperar del tumulto ningún significado mayor que si hubieran permanecido en silencio. Por ello designan (o les adjudican) un delegado que habla en nombre de todos. El delegado, permítanme llamarle Manuel, no habla en *su* nombre y cuando se enfrenta con el patrón no habla «como Manuel» sino «como la voz de los trabajadores». Así, el deseo de Manuel de tener un coche japonés o su intención de comprar una pizza para su madre en el camino de regreso a su casa no son los temas de la reunión. La voz de fondo articulada por Manuel quiere «un 3 % de aumento, y están tremendamente preocupados, señor, están dispuestos a organizar una huelga en su lucha por el 3 %» le dice al patrón. El patrón tiene sus dudas: «¿Es esto lo que quieren realmente? ¿Son realmente tan inflexibles?» «Si no me cree», responde Manuel, «se lo demostraré, pero no pida una rápida solución. ¡Le dije que están dispuestos a hacer huelga y usted va a ver más de lo que quisiera!» ¿Qué ve el patrón? No ve lo que dijo Manuel. A través de la ventana de su oficina sólo ve una multitud reunida en las naves laterales de la fábrica. Ve enfado y determinación en sus caras, posiblemente debido a lo que Manuel le dijo.

Para lo que sigue, es importante no menospreciar esta noción de portavoz y no imponer por adelantado una distinción clara entre «cosas» y «personas». Manuel, por ejemplo, representa a personas que pueden hablar, pero que de hecho no pueden hablar al mismo tiempo. Davis representa a neutrinos que no pueden hablar, en principio, pero a los que se les hace escribir, trazar y firmar gracias al aparato construido por Davis. Así, en la práctica no hay mucha diferencia entre las personas y las cosas: ambos necesitan a alguien que hable por ellos. Desde el punto de vista del portavoz no se puede distinguir entre representar personas y representar cosas. El portavoz habla literalmente por alguien o por algo que no puede hablar. En el laboratorio, el Profesor habla por la endorfina, como Davis por los neutrinos y Manuel por los trabajadores. En nuestra definición, el elemento decisivo no es la calidad de lo representado, sino únicamente su número y su unidad con el representante. La cuestión radica en que enfrentarse con un portavoz no es como enfrentarse con un hombre (o mujer) corriente. No nos enfrentamos con Manuel o con el Profesor, sino con Manuel o con el Profesor *más* las muchas cosas o personas en nombre de

las cuales están hablando. No nos dirijimos al Sr. Fulano o al Sr. Mengano, sino al Sr. Gentío. Como vimos en el capítulo sobre literatura, puede ser fácil dudar de la palabra de una persona. Dudar de la palabra del portavoz requiere, sin embargo, un esfuerzo mucho más arduo porque ahora hay una persona (el disidente), frente a una multitud (el autor).

Por otro lado, la fuerza de un portavoz no es tan grande, pues por definición es *un* hombre (o *una* mujer) que puede ser destituido, como en el caso de Manuel, del Profesor o de Davis. La fuerza proviene de la palabra de los representantes cuando no hablan por y para sí mismos, sino *en presencia de* lo que ellos representan. Después, y sólo después, el disidente se enfrenta simultáneamente con los portavoces y lo que ellos representan: el Profesor y la endorfina visible en la muestra de cobaya; Manuel y los trabajadores reunidos; Davis y sus neutrinos solares. La solidez de lo dicho es directamente defendido por la presencia silenciosa pero elocuente de lo representado. El resultado de dicho sistema es que parece que el presentador no «hablara realmente», sino que sólo comentara lo que estamos viendo en forma directa, proporcionándonos «simplemente» las palabras que de todos modos hubieramos utilizado.

Sin embargo, esta situación es la fuente de una debilidad básica. ¿Quién está hablando? ¿Las cosas o las personas *a través* de la voz del representante? ¿Qué dice él (o ella, o ellos)? Sólo lo que las cosas que ellos representan dirían si pudieran hablar directamente. Pero la cuestión es que no pueden. Entonces, lo que el disidente ve es, en la práctica, muy diferente de lo que el portavoz relata. Manuel, por ejemplo, sostiene que sus trabajadores están dispuestos a hacer una huelga, pero este podría ser su propio deseo o una decisión del sindicato transmitida a través de él. El patrón que mira por la ventana podría ver una multitud de trabajadores reunidos para pasar el rato, que se dispersarían ante la más mínima amenaza. De todos modos, ¿realmente quieren el 3 % y no el 4 % o el 2 %? E incluso así, ¿no sería posible ofrecerle a Manuel ese coche japonés que tanto desea? ¿No cambiará la decisión de la «voz de los trabajadores» si el patrón le ofrece a Manuel un coche nuevo? Tomemos la endorfina como otro ejemplo. Lo que en realidad vimos fue una ínfima pendiente de los picos que normalmente forman la línea de base. ¿Es esta la misma que la provocada por la morfina? Sí, pero ¿qué se prueba con ello? Podría suceder que todas las sustancias químicas provocaran la misma forma en esta muestra peculiar. O, posiblemente, el Profesor, que tanto deseaba que dicha sustancia reaccionara igual que la morfina, confundió dos jeringas sin darse cuenta e inyectó dos veces la misma morfina, produciendo así, dos formas que son realmente idénticas.

¿Qué sucede? La controversia se mantiene incluso después que el portavoz haya dicho y expuesto al disidente lo que éste quería saber. ¿Cómo puede detenerse el debate antes de que prolifere de nuevo en cualquier sentido? La respuesta es fácil: dejando que las cosas y las personas representadas *digan por sí mismas lo mismo que sus representantes afirman que ellas quieren decir*. Como es lógico esto nunca sucede ya que ellos han sido designados justamente porque por definición tal comunicación directa es imposible. Sin embargo, dicha situación se puede representar de manera convincente.

El patrón no cree a Manuel, entonces deja la oficina, se sube a un podio, coge un altavoz y pregunta a la multitud: «¿Quieren un 3 % de aumento?» Un rugido, «¡Sí, nuestro 3 %! ¡Nuestro 3 %!», ensordece al patrón, incluso a través del cristal de su oficina. «¿Los oye?» pregunta Manuel en un tono humilde pero triunfante cuando se encuentran de nuevo en la mesa de negociaciones. Dado que los propios trabajadores dijeron exactamente lo que la «voz de los trabajadores» había dicho, el patrón no puede disociar a Manuel de aquellos a quienes representa y se enfrenta, en efecto, con una multitud que actúa como un solo hombre.

Lo mismo sucede con la muestra de endorfina cuando el disidente, perdiendo la paciencia, acusa al Profesor de fabricar hechos. «Hazlo tu mismo», dice el Profesor, irritado pero queriendo jugar limpio. «Coge la jeringa y observa por ti mismo cuál es la reacción de la muestra». El visitante acepta el reto, examina cuidadosamente las etiquetas de los dos frascos e inyecta morfina en la minúscula cámara de cristal. En efecto, unos pocos segundos más tarde los picos comienzan a decrecer y después de más o menos un minuto vuelven a la línea de base. Con el frasco en cuya etiqueta se lee endorfina, se obtiene el mismo resultado en el mismo tiempo. Así, el disidente obtiene por sí mismo una respuesta unánime e incontrovertible. La respuesta de la endorfina que el Profesor había dictaminado es la misma que se obtiene si se trabaja directamente con esta muestra. No se puede disociar al Profesor de sus afirmaciones. El visitante debe volver a la «mesa de negociaciones» a enfrentarse no con los deseos propios del Profesor, sino con un Profesor que representa lo que realmente es la endorfina.

No importa cuántos recursos pueda emplear el científico en su artículo, tienen poco peso en comparación con esa rara demostración de poder: el autor de la afirmación se hace a un lado y el escéptico oye y toca las cosas inscritas o las personas reunidas que le revelan exactamente la misma afirmación del autor.

3. PRUEBAS DE RESISTENCIA

Con dicho sistema, nosotros, simples seguidores de los científicos en su trabajo, no tenemos salida, ninguna puerta trasera por la que escapar de esta evidencia incontrovertible. Ya hemos agotado todas las fuentes de disensión; en realidad, es posible que ni siquiera tengamos energía para mantener la mera idea de que la controversia pueda continuar aún abierta. Para nosotros, los legos, el expediente está ahora cerrado. Seguramente, el disidente, al que hemos seguido desde el comienzo del capítulo 1, abandonará. Si las cosas dicen lo mismo que el científico, ¿quién puede seguir negando la afirmación? ¿Cómo se puede ir más lejos?

El disidente, sin embargo, continúa con más tenacidad que el lego. La similitud entre las palabras del representante y las respuestas dadas por los representados era el resultado de una situación cuidadosamente escenificada. Los instrumentos tenían que estar en buenas condiciones y cuidadosamente afinados, las preguntas debían efectuarse en el momento oportuno y de forma adecuada. ¿Qué sucedería, pregunta el disidente, si nos quedáramos después de la exhibición y nos adentráramos más allá del escenario; o si alteráramos alguno de los muchos elementos que, como todos reconocen, son necesarios para elaborar el instrumento completo? La unanimidad entre los representados y el portavoz es como lo que ve un inspector en un hospital o en una cárcel cuando la inspección se anuncia con antelación. ¿Qué sucede si se desvía de su itinerario y pone a prueba los sólidos lazos que unen a los representados con su portavoz?

El patrón, por ejemplo, oye el aplauso estruendoso que recibe Manuel, pero luego recaba la opinión del capataz: «los hombres no están completamente a favor de la huelga. Se conforman con el 2 %. Aplauden a Manuel por orden del sindicato, es su forma de comportarse en la fábrica, pero asigne unos pocos aumentos de sueldo y despida temporalmente a unos pocos cabecillas y todos juntos entonarán otra canción». En lugar de enfrentarse con una respuesta unánime dada por los trabajadores reunidos, el patrón se enfrenta con un *conjunto* de posibles respuestas. Ahora se da cuenta de que la respuesta lograda por Manuel era el resultado de un complejo montaje que al principio resultaba invisible. También se da cuenta de que

hay un espacio para actuar y que cada trabajador puede comportarse de forma distinta si se ejerce sobre ellos otro tipo de presión. La próxima vez que Manuel pregunte «¿quieren el 3 %, no?», sólo unas pocas y débiles voces de acuerdo interrumpirán un silencio ensordecedor.

Permítanme mencionar otro ejemplo, esta vez de la historia de la ciencia. A principios de siglo, Blondlot, un físico de Nantes, en Francia, realizó un descubrimiento tan importante como el de los rayos X.[3] En honor a su ciudad los denominó «rayos N». Durante unos pocos años, los rayos-N tuvieron todo tipo de desarrollos teóricos y muchas aplicaciones prácticas, curando enfermedades y situando a Nantes en el mapa de la ciencia internacional. Un disidente estadounidense, Robert W. Wood, no creyó en los artículos de Blondlot, aun cuando estaban publicados en revistas prestigiosas, y decidió visitar su laboratorio. Durante un tiempo, Wood se enfrentó en el laboratorio de Nantes con evidencias incontrovertibles. Blondot se apartó y dejó que los rayos N se inscribieran en una pantalla colocada frente a Wood. Sin embargo, no fue suficiente para sacarse de encima a Wood que, obstinado, se quedó en el laboratorio realizando más experimentos y manipulando el detector de rayos N. En un momento dado, quitó subrepticiamente el prisma de aluminio que estaba generando los rayos N. Para su sorpresa, Blondlot, en el otro lado de la habitación tenuemente iluminada, continuaba obteniendo los mismos resultados sobre la pantalla, incluso aunque se había quitado el elemento aparentemente decisivo. Por lo tanto, los reflejos directos producidos por los rayos N sobre la pantalla provenían de otra cosa. La defensa unánime se tornó una cacofonía de disenciones. Quitando el prisma, Wood cortó los sólidos lazos que unían a Blondlot con los rayos N. La interpretación de Wood sostenía que Blondlot tenía tantas ganas de descubrir rayos (en un momento en que en casi todos los laboratorios europeos se bautizaban nuevos rayos), que inconscientemente elaboró no sólo los rayos N, sino también los instrumentos para inscribirlos. Como el patrón mencionado anteriormente, Wood se dio cuenta de que el todo coherente que le habían presentado era un conjunto compuesto por muchos elementos que podían ser inducidos a ir en varias direcciones diferentes. Después de la acción de Wood (y la de otros disidentes), nadie volvió a «ver» los rayos N, que sólo tiznaron las placas fotográficas cuando Blondlot los presentó. ¡En vez de investigar sobre el lugar de los rayos N en la física, la gente comenzó a investigar sobre el rol de la autogestión en la experimentación! El nuevo hecho había sido tranformado en un artefacto. En lugar de bajar las escaleras de la figura 1.9, las subió y desapareció de la vista.

Para el disidente, disociar y separar a todos los partidarios que los artículos técnicos son capaces de reunir no es su única salida. También puede remover el complejo sistema que proporciona gráficas y señales en el laboratorio del autor con el fin de probar la resistencia del atavío empleado para convencer a todo el mundo. El trabajo de no creer en la literatura ha sido transformado, ahora, en el laborioso trabajo de manipular el *hardware*. Hemos llegado a otra etapa en la intensificación de la controversia entre el autor de la afirmación y el incrédulo, una etapa que los introduce progresivamente en los detalles de cómo se elaboran las inscripciones utilizadas en la literatura técnica.

Permítannos continuar la sesión de preguntas y respuestas escenificada anteriormente entre el Profesor y el disidente. Se invitó al visitante a inyectar morfina y endorfina para comprobar que no había juego sucio. Pero el visitante ahora es más perspicaz y no hace esfuerzo alguno por ser cortés. Quiere comprobar de dónde proviene el frasco en cuya etiqueta se lee endorfina. El Profesor, imperturbable, le muestra el libro de protocolo con el mismo número de código que el del frasco, un código que corresponde a una muestra purificada de extracto de cerebro. Pero este es un texto, otra pieza de literatura, un simple libro de cuentas que podría haber sido falsificado o mal etiquetado por accidente.

En este momento tenemos que imaginarnos un disidente lo bastante impetuoso para comportarse como un inspector de policía que sospecha de todos, que no cree a nadie y que finalmente quiere ver la verdadera endorfina con sus propios ojos. Luego pregunta «¿Cómo se pasa de esta clasificación del libro al lugar de donde proviene el contenido del frasco?» El autor, exasperado, le conduce a otra parte del laboratorio, hacia una pequeña habitación repleta de recipientes de cristal de diferente tamaño llenos de una sustancia blanca a través de la cual se filtra lentamente un líquido. Debajo de los recipientes, una pequeña pieza de un aparato hace girar un anaquel con minúsculos matraces donde el líquido filtrado se recoge cada pocos minutos. El fluido continuo de la parte superior de los recipientes se recoge en dichos matraces, cada uno de los cuales contiene la parte de líquido, que tarda el mismo tiempo en atravesar el recipiente.

4) - Aquí lo tiene, dice el guía. Aquí está su endorfina.

- ¿Está bromeando?, contesta el disidente, ¿dónde está la endorfina? Yo no veo nada.

- En la parte superior del recipiente Sephadex se deposita el extracto de cerebro hipotalámico. Es un caldo de cultivo. Dependiendo de con qué lo rellenemos, el recipiente disocia la mezcla y la tamiza; puede ser producido por la gravedad, por una carga eléctrica o por cualquier otra cosa. Al final, los matraces recogen muestras que en el recipiente se han comportado de forma similar. El anaquel con el conjunto de matraces se denomina recolector fraccional. Luego se comprueba la pureza de cada fracción. *Su* frasco de endorfina proviene de *este* anaquel de hace dos días, el número 23/16/456.

- ¿Y esto es lo que usted llama puro? ¿Cómo puedo saber si es puro? Posiblemente haya cientos de extractos de cerebro que fluyen a través del recipiente exactamente a la misma velocidad y que terminan en la misma fracción.

La presión aumenta. En el laboratorio todos esperan una explosión de coléra, pero el Profesor, de forma cortés, conduce al visitante hacia otra parte del laboratorio.

5) - Aquí está nuestro nuevo cromatógrafo de líquidos de alta presión (HPLC) ¿Ve estos recipientes minúsculos? Son como los que usted vió, pero cada fracción recogida allí se somete aquí a enormes presiones. El recipiente retrasa el paso y bajo esta presión las moléculas se diferencian claramente. Las que llegan al final del recorrido al mismo tiempo son *las mismas* moléculas, las mismas, mi querido colega. Cada fracción se modera por medio de un aparato que mide su espectro óptico. Aquí está la imagen que se obtiene... ¿Ve? Entonces, cuando se obtiene un único pico, el material es puro, tan puro que una sustancia con sólo un aminoácido diferente daría lugar a *otro* pico. ¿No es esto suficientemente convincente?

- (silencio del disidente)

- ¡Ah, ya sé! ¿Tal vez no está seguro de que yo haya realizado el experimento con *su* frasco de endorfina? Mire aquí en el libro del HPLC. El mismo código, a la misma hora. Posiblemente, pueda creer que induje a este señor a falsificar los libros y obtener este pico con otra sustancia. O tal vez dude de la medida del espectro óptico. Tal vez usted piense que es una parte obsoleta de la física. Imposible, mi querido colega, Newton describió este fenómeno con bastante precisión, pero tal vez él no sea suficientemente bueno para usted.

La voz del Profesor se estremece conteniendo apenas la rabia, pero aún se comporta.

El disidente podría, por supuesto, comenzar a dudar del HPLC o de la fracción recogida, tal como hizo con la muestra de íleon de cobaya, convirtiéndolas de cajas negras en cuestiones discutibles. En principio *podría*, pero en la práctica *no puede*, pues el tiempo se acaba y él es sensible a la exasperación de cualquier voz. Y de todos modos ¿quién es él para entablar una discusión contra Water Associates, la empresa que inventó el prototipo de este HPLC? ¿Está preparado para dudar de un resultado que ha sido incuestionablemente aceptado durante los últimos 300 años, que ha sido incorporado en millares de instrumentos contemporáneos? Lo que quiere es ver la endorfina. El resto, con lo que tiene que enfrentarse, no puede ser discutido. Debe transigir y admitir que el recipiente de Sephadex y el HPLC son indiscutibles. En un tono conciliador dice:

> 6) - Esto es impresionante; sin embargo debo confesar una pequeña desilusión. Lo que veo aquí es un pico que, lo admito, significa que ahora el extracto de cerebro es puro. Pero, ¿cómo puedo saber que esta sustancia pura es endorfina?

Con un suspiro, el visitante de nuevo es conducido a la sala de experimentos donde el pequeño intestino de cobaya aún se contrae regularmente.

> 7) - En este experimento se somete a prueba cada una de las fracciones consideradas puras por el HPLC. De todas las fracciones puras, solamente dos muestran actividad; repito, sólo dos. Cuando todo el proceso se repite, con el fin de obtener material más puro, la actividad aumenta drásticamente. La forma puede sobreponerse con exactitud sobre la de morfina disponible comercialmente. ¿Es ello insignificante? ¡Lo repetimos treinta y dos veces! ¿No sirve para nada? Cada modificación de los picos ha sido probada en su significación estadística. Solamente la endorfina y la morfina tienen algún efecto significativo. ¿Hemos contado todas estas veces para nada? Si usted es tan listo, ¿me puede dar una explicación alternativa de por qué la morfina y esta sustancia pura X se comportan de manera idéntica? ¿Puede usted imaginar otra explicación?
>
> - No, debo admitirlo, susurra el creyente, estoy muy impresionado. Esto se parece realmente a la genuina endorfina. Muchas gracias por la visita. No se preocupe, encontraré la salida... (el disidente se marcha).

Esta salida no es la misma que la del personaje semiótico del capítulo 1, enunciado 32. Esta vez es para bien. El disidente intentó disociar al Profesor de su endorfina, y fracasó. ¿Por qué fracasó? Porque la endorfina construida en el laboratorio del Profesor *resistió* todos sus esfuerzos por modificarla. Cada vez que el visitante seguía una pista, llegaba a un punto en el que tenía que retirarse o comenzar una nueva controversia sobre un hecho más antiguo y más unánimemente aceptado. La afirmación del Profesor estaba vinculada con el cerebro, el HPLC y la muestra de íleon de cobaya. Hay algo en su afirmación que se conecta con afirmaciones clásicas de la psicología, la farmacología, la bioquímica, la óptica, etc. Ello significa que cuando el escéptico pone a prueba las conexiones, todos estos hechos, ciencias y cajas negras salvan al Profesor. Si el disidente duda de la endorfina, también tiene que dudar de los recipientes Sephadex, de las técnicas del HPLC, de la fisiología del intestino, de la honestidad del Profesor, de su laboratorio entero, etc. Aunque «nunca es suficiente» (véase la introducción), llega un punto en que por más obstinado que sea el disidente, ya es suficiente. El disidente necesitaría tanto tiempo, tantos aliados y tantos recursos más para continuar disintiendo que debe retirarse y aceptar la afirmación del Profesor como un hecho establecido.

Wood, que no creía en los rayos N, también intentó resquebrajar la conexión entre Blondlot y sus rayos. A diferencia del primer disidente, tuvo éxito. Para rechazar las cajas negras reunidas por Blondlot, Wood no tuvo que enfrentarse con toda la física, sino solamente con un laboratorio. El patrón que dudaba de la determinación de los trabajadores puso a prueba la conexión entre ellos y su líder sindical. Estas conexiones no resistieron mucho a unas pocas e ingeniosas tretas clásicas. En los tres casos, los disidentes impusieron una confrontación que iba de las afirmaciones a sus partidarios. Imponiendo dichas **pruebas de resistencia**, se enfrentan con los portavoces y las cosas (o personas) que ellos representan. En algunos casos, los disidentes aislan, por así decirlo, a los representantes de su «circunscripción»; en otros casos, es imposible lograr dicha separación. No se puede conseguir sin una prueba de resistencia, así como un boxeador no puede afirmar que es el campeón del mundo sin antes haber derrotado al campeón del mundo vigente. Cuando el disidente triunfa, el portavoz se tranforma de alguien que habla en nombre de otros, en alguien que habla por sí mismo, que sólo se representa a sí mismo, a sus deseos y fantasías. Cuando el disidente fracasa, el portavoz no es visto realmente como un individuo, sino como un representante de muchos otros fenómenos silenciosos. En función de sus pruebas de resistencia, los portavoces se convierten en individuos **subjetivos** o en representantes **objetivos**. Ser objetivo significa que, sea cual sea el esfuerzo del incrédulo por romper los lazos entre el representante y los representados, los lazos resistirán. Ser subjetivo significa que cuando se habla *en nombre de* personas o cosas, la audiencia entiende que sólo se está representando a uno mismo. De Sr. Gentío se vuelve a ser el Sr. Fulano.

Es de vital importancia comprender que estos dos adjetivos («objetivo» y «subjetivo») son *relativos* a pruebas de resistencia en marcos específicos. No se pueden utilizar para calificar al portavoz o las cosas por las que él habla de una vez para siempre. Como vimos en el capítulo 1, todos los disidentes intentan cambiar el *status* de un enunciado de objetivo en subjetivo; transformar, por ejemplo, el interés por los rayos N dentro de la física en el interés por la autosugestión en los laboratorios de provincia. En el ejemplo de la endorfina, el disidente parecía estar intentando, arduamente, convertir la afirmación del Profesor en una fantasía. Al final fue el disidente quien vio como su ingenuo cuestionamiento se volvía una fantasía trivial, si no un intento obsesivo por encontrar un fraude, y le hacía cosechar fracasos en todos lados. En la prueba de resistencia, la endorfina del Profesor se hizo *más objetiva*, bajando la escalera, y la contraafirmación del disidente *más subjetiva*, subiéndola. «Objetividad» y «subjetividad» son relativos a pruebas de resistencia y pueden cambiar gradualmente como el equilibrio de poder entre dos ejércitos. Un disidente acusado por el autor de ser subjetivo debe librar otra batalla si desea continuar disintiendo sin quedar aislado, ridiculizado y abandonado.

B. CONSTRUIR CONTRALABORATORIOS

Permítanme resumir nuestro trayecto desde la discusión al principio del capítulo 1 hasta este momento. ¿Qué hay detrás de las afirmaciones? Textos. ¿Y detrás de los textos? Más textos, que son cada vez más técnicos porque cada vez incorporan más artículos. ¿Detrás de estos artículos? Gráficas, inscripciones, etiquetas, mesas, mapas, etc. ¿Detrás de estas inscripciones? Instrumentos, cualquiera sea su forma, antigüedad y coste, que al final trazan, registran y anotan muchos resultados. ¿Detrás de los instrumentos? Presentadores de todo tipo que comentan las gráficas y «simplemente» dicen lo que significan. ¿Detrás de ellos? Conjuntos de instrumentos.

¿Detrás de estos? Pruebas de resistencia para evaluar la fortaleza de los vínculos que unen a los representantes con los representados. Ahora, el disidente no sólo se enfrenta con palabras, con gráficas que respaldan las palabras y referencias que apoyan a todo el conjunto de aliados, con instrumentos que generan series interminables de números de nuevas y más claras inscripciones, sino que detrás de los instrumentos se encuentran nuevos objetos que se caracterizan por su resistencia a las pruebas. Los disidentes han hecho hasta ahora todo lo posible para desconfiar, disociar y desunir todo lo que está enlazado en una afirmación. Han recorrido un largo trayecto desde su irrupción en la primera discusión al principio del capítulo 1. Se convirtieron en lectores de literatura técnica, luego en visitantes de los pocos laboratorios de donde provenían los artículos, después en inspectores impertinentes, manipulando los instrumentos para comprobar la exactitud del trabajo del autor.

En este momento tienen que dar otro paso; abandonar o encontrar otros recursos para vencer la afirmación del autor. En la segunda parte del libro veremos que existen muchas formas de oponerse a los resultados del laboratorio (capítulo 4), pero en este capítulo nos concentraremos en el resultado más insólito, cuando no existe más alternativa que *construir otro laboratorio*. El precio por disentir aumenta enormemente y, por consiguiente, el número de personas con posibilidades de continuar disintiendo disminuye. Este precio está determinado en su totalidad por los autores cuyas afirmaciones se desean discutir. Los disidentes no pueden ser menos que los autores. Tienen que reunir más fuerzas con el fin de desvincular lo que une al portavoz con sus afirmaciones. Esta es la razón por la que todos los laboratorios son *contralaboratorios*, así como todos los artículos son contraartículos. Por lo tanto, los disidentes no tienen que disponer, simplemente, de un laboratorio, deben disponer de un laboratorio *mejor*. Ello aumenta aún más el precio y hace todavía más extraordinarias las condiciones que deben reunirse.

1. ADOPTAR MÁS CAJAS NEGRAS

¿Cómo es posible conseguir un laboratorio mejor, es decir, un laboratorio que produzca afirmaciones menos discutibles y que permita al disidente, ahora director de un laboratorio, discrepar y al mismo tiempo elaborar enunciados que sean aceptados? Recuerden lo que le ocurrió al visitante del laboratorio del Profesor. Cada vez que aparecía una grieta que el disidente intentaba explotar, el Profesor presentaba una nueva y aparentemente incontrovertible caja negra: un recipiente Sephadex, un cromatógrafo, cuestiones bien establecidas de física, de fisiología clásica, etc. Era posible discutir cada una de ellas, pero no era práctico porque hubiera sido necesaria la misma energía para reabrir cada una de esas cajas negras. En realidad, se habría utilizado *más* energía porque cada una de ellas conduciría a cajas negras más herméticamente cerradas: los microprocesadores que tratan los datos del HPLC, la fabricación de gel en los recipientes, la alimentación de las cobayas en el criadero, la producción de morfina en una fábrica de Ely-Lily, etc. Cada hecho podría ser el punto de partida de una nueva controversia, que a su vez nos habría conducido a hechos mucho más aceptados, y así *ad infinitum*.

El disidente se enfrentó, por lo tanto, a una curva exponencial, a una vertiente similar a la dibujada en la figura 1.8. Ahora que se ha convertido en el director de un flamante laboratorio, una de las mejores formas de convertirlo en un contralaboratorio mejor es descubrir las formas de nivelar la vertiente o, por el contrario, enfrentar a sus oponentes con una vertiente aún más abrupta.

Schally, por ejemplo, para defender su malograda GHRH (véase capítulo 1, enunciado 5), utilizó una muestra biológica llamada muestra de cartílago tibial de rata. Guillemin, que discrepó con la GHRH, comenzó a poner a prueba la muestra de tibia, exactamente de la misma forma que nuestro disidente puso a prueba su muestra de íleon de cobaya.[4] En medio de este desafío, Guillemin obtuvo resultados bastante diferentes a los de Schally. El crecimiento del cartílago tibial de la rata podía haber sido causado por una sustancia de la hormona de crecimiento, pero *también* podía haber sido causado por otras sustancias químicas o, en realidad, no haber ocurrido. En varios artículos nada amistosos, Guillemin dijo: «los resultados son tan poco sólidos que las afirmaciones de Schally deberán ser tomadas con la máxima precaución». Así, aisló a Schally de su defensa suplementaria. Afirmó la existencia de la GHRH, pero negó que se siguiera alguna consecuencia de ella. Aislándola, la acción del disidente hizo más subjetiva la afirmación de Schally.

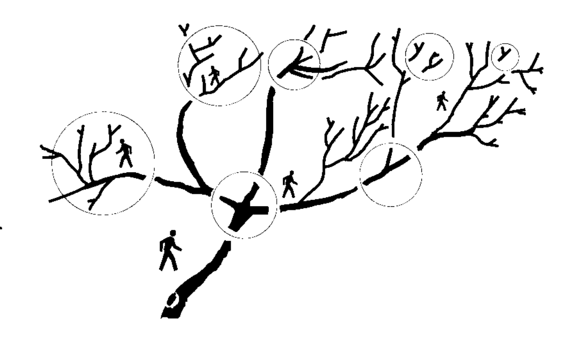


Figura. 2.4

¿Por qué debe creerse más a la contraafirmación de Guillemin que a la afirmación de Schally? Una forma evidente de reforzar esta creencia es modificar la muestra biológica para hacer imposible que se pueda decir algo de ella diferente a lo dicho por Guillemin. Guillemin descartó la muestra de tibia de rata y la cambió por un cultivo de células pituitarias de rata. En lugar de ver a simple vista el crecimiento del cartílago, se «ve» la cantidad de hormonas liberadas por las pocas células pituitarias mantenidas en un cultivo. Se miden con un instrumento, en el sentido que le di antes a este término, llamado radioinmunoensayo. El nuevo ensayo es mucho *más* complejo que el anterior de Schally, sólo el radioinmunoensayo requiere varios técnicos y mucho tiempo para realizar la medición, pero al final ofrece inscripciones, que podemos decir que están mejor definidas, que literalmente suprimen las sombras de fondo. Por decirlo de otra manera, incluso sin comprender una palabra sobre la cuestión, es más fácil hacer juicios perspicaces sobre uno que sobre el otro.

Las respuestas son menos equívocas que las «poco uniformes» ofrecidas por la muestra de tibia, o sea, dejan al disidente menos posibilidades para hacer objeciones, y, por su complejidad, es *más* difícil poner objeciones al nuevo instrumento. Aunque sea complicado, se puede tomar la muestra del cultivo de células como *una caja negra simple* que proporciona un visor sencillo en el que se lee la cantidad de GHRH. Naturalmente todo ello es, en principio, discutible. Sólo que es muy difícil de llevarlo a la práctica. Un fisiólogo un poco experimentado podría rebatir la muestra de cartílago, o podría objetar la longitud de crecimiento de la tibia. Pero necesita mucho más que un poco de experiencia para discutir las nuevas cifras de Guillemin. La muestra está ahora ligada a avances básicos en biología molecular, en inmunología y en física de la radiactividad. Rebatir estas nuevas inscripciones

es posible, pero menos razonable; el disidente necesita conseguir más recursos y quedarse más aislado. El aumento de la convicción queda claro: desde las primeras palabras de Schally se produce una disputa encarnizada sobre la muestra de la que se espera que revele la existencia de GHRH. En el contraartículo de Guillemin, esta parte de la discusión ha quedado *como mínimo* aislada, pues su sistema de detección se hizo indiscutible, y el campo de posibles disputas se *trasladó a otros* aspectos de las mismas afirmaciones.

Otro ejemplo lo proporciona la controversia sobre la detección de ondas gravitatorias.[5] Un físico, Weber, construyó, con una larga barra de aleación de aluminio, una antena impresionante que pesaba varias toneladas y vibraba ante cierta frecuencia. Para detectar una onda gravitatoria, la antena tiene que estar aislada de cualquier otra influencia (en su forma ideal debería estar en el vacío, libre de vibraciones sísmicas y de interferencias de radio, a una temperatura cercana al cero absoluto, etc.). Tomada como un instrumento, la construcción entera proporciona un visor que nos permite leer la presencia de ondas gravitatorias. El problema es que los picos del umbral de ruido son tan minúsculos que cualquier físico podría discutir la afirmación de Weber. En realidad, cualquier físico ¡podría hacer disparar el instrumento! Weber afirma que los picos representan la gravitación, pero todos los posibles disidentes pueden afirmar que *también* representan muchas otras cosas. Esta mínima expresión «también», es la que condena a muchas afirmaciones sólidas. En la medida en que es posible decir «también», no se puede establecer una relación directa entre las ondas gravitatorias y Weber a través de la antena. Las cifras ofrecidas por Weber pueden representar tanto «ondas gravitatorias» como garabatos insignificantes que representan ruidos terrestres. Sin duda, hay muchas formas de conducir la controversia para convertir las afirmaciones de Weber en meras opiniones. Pero el camino que nos interesa aquí es construir *otra* antena; una antena que sea, por ejemplo, mil millones de veces más sensible que la de Weber, para que así, al menos, lo referente a la detección no sea discutible. El objetivo de esta nueva antena es confrontar al escéptico con una caja negra incontrovertible en la *primera parte* del experimento. Después de ello, los escépticos pueden discutir aún la cantidad de gravitación, y lo que significa para la teoría de la relatividad o para la astrofísica, pero no argumentarán que los picos pueden ser explicados en términos de interferencias terrestres. Contando sólo con la primera antena, Weber podría ser un loco, y los disidentes, profesionales razonables. Con la nueva antena, aquellos que niegan la presencia de picos son los escépticos aislados y Weber es el profesional sensato. Cualquier otra cosa que equilibrase la balanza de poder hubiera sido advertida. Sin embargo, en este caso no da lugar a la más mínima diferencia, pues para disentir existen otros caminos.

Adoptar más cajas negras y situarlas antes en el experimento es la primera estrategia evidente para construir un contralaboratorio mejor. La discusión se difracta y se relega. Cualquier laboratorio adquiere ventaja sobre los demás si encuentra una forma de retrasar las posibles discusiones. En los primeros días de los cultivos microbianos, por ejemplo, los microbios crecían en un líquido similar a la orina. Se podían ver en los matraces, pero para detectarlos se necesitaba una vista preparada y experimentada. Los disidentes surgieron porque la elaboración del hecho fue interrumpida desde el comienzo por una discusión preliminar sobre si realmente había microbios en los matraces. Cuando Koch inventó el cultivo en medio sólido, ya no fue necesario tener una visión aguda para ver los pequeños microbios: formaban bonitas manchas de colores que contrastaban claramente con el fondo blanco. La visión mejoró notablemente cuando ciertos microbios o partes de ellos fueron teñidos con tintes especiales. El laboratorio dotado con estas técnicas dificultó la labor de los disidentes: la vertiente era más profunda, la zanja más escarpada. Aunque todavía quedaban muchos aspectos discutibles, la presencia de los microbios se hizo indiscutible.

En este momento, es fácil imaginar las crecientes diferencias entre buenos y malos (contra)laboratorios. Imagínense un laboratorio que comienza haciendo afirmaciones basadas en la muestra de cartílago tibial, en la primera antena de Weber y en los cultivos microbianos líquidos. Si el director de este laboratorio pretendiera que sus enunciados se aceptaran tendría un trabajo interminable. Cada vez que abriera la boca, muchos de sus queridos colegas empezarían a negar con la cabeza y a sugerir muchas explicaciones alternativas tan plausibles como la primera. Para hacerlo, sólo precisarían un poco de imaginación. Como Aquiles en la paradoja de Zenón, el retador nunca llegaría al final de su argumento pues cada punto es el comienzo de una regresión indefinida. Por el contrario, sólo un poco de imaginación no es suficiente para oponerse a las afirmaciones producidas en buenos laboratorios. El coste de las discusiones aumenta proporcionalmente al número de cajas negras reunidas por el autor. Enfrentados con la muestra de cultivo pituitario, con la nueva antena que es mil millones de veces más sensible y con el cultivo en medio sólido, los disidentes se ven forzados a asentir o, al menos, *a redirigir* su disidencia hacía algún otro aspecto de la afirmación. Pueden aún dar lugar a una controversia, pero la magnitud de la movilización necesaria para llevarla a cabo ha aumentado. Necesitan un laboratorio aún mejor equipado con cada vez más cajas negras, para así, retardar más aún la discusión. El círculo vicioso (o virtuoso) de la construcción de laboratorios comienza ahora y no hay forma de detenerlo, salvo que se abandone la producción de argumentos fiables o reclutando aliados más poderosos en otra parte.

2. LOGRAR QUE LOS ACTORES TRAICIONEN A SUS REPRESENTANTES

La competencia entre científicos, a los que trataré en este apartado alternativamente como autores y disidentes, por convertir las afirmaciones del rival en opiniones subjetivas conduce a laboratorios más caros, equipados con cada vez más cajas negras que se introducen lo antes posible en la discusión. Sin embargo, esta partida terminaría pronto si sólo se emplearan cajas negras. Al cabo de un tiempo, disidentes y autores, si todo se mantiene igual, tendrían acceso a los *mismos* equipos, vincularían sus afirmaciones a hechos de la misma fuerza, estabilidad y antigüedad, y ninguno sería capaz de adquirir ventaja sobre el otro: sus afirmaciones quedarían abandonadas en el limbo, en estados intermedios entre hechos y artefactos, entre la objetividad y la subjetividad. La única forma de superar este estancamiento es encontrar nuevos e inesperados recursos (véase el próximo apartado) o, más sencillamente, forzar a los aliados del oponente a *cambiar de bando*.

Esto ocurriría si, por ejemplo, el patrón, al que aludíamos más arriba, pudiera organizar una votación secreta para decidir sobre la continuación de la huelga. Recuerden que Manuel, el representante sindical, había afirmado que «todos los trabajadores quieren un aumento del 3 %». Esta afirmación fue confirmada en las reuniones en que los representados decían lo mismo que su representante. Incluso si el patrón sospechara de la unanimidad de los trabajadores, cada reunión pública le confirmaría aparatosamente lo exigido por Manuel. Sin embargo, al organizar una votación secreta, el patrón pone a prueba a los mismos actores pero de un modo diferente, ejerciendo nuevas medidas de presión sobre ellos: aislamiento, secreto, recuento de votos, vigilancia. Sometidos a estas nuevas pruebas, sólo el 9 % de los mismos trabajadores votó por la continuación de la huelga, y el 80 % estaban dispuestos a aceptar el 2 %.

Los representados han cambiado de bando. Ahora dicen lo que el patrón dijo que ellos dirían. Tienen un nuevo portavoz. Esto, naturalmente, no pone fin a la controversia, sino que, ahora, la discusión se centrará en el proceso electoral. Manuel y su sindicato acusan al patrón de intimidación, presión desleal, de haber manipulado las urnas, y así sucesivamente. Esto muestra que incluso los partidarios más fieles de un portavoz pueden *traicionarlo*.

Como he mostrado anteriormente, tanto las personas capaces de hablar, como las cosas incapaces de hacerlo, tienen portavoces (parte A, apartado 2). Propongo llamar a los representados, sean personas o cosas, **actuantes**. Lo que le hizo el patrón a Manuel, debe hacérselo el disidente a los aliados del laboratorio de su oponente. Pouchet, en una lucha encarnizada contra la afirmación de Louis Pasteur de que no existe generación espontánea, construyó un interesante contraexperimento.[6] Pasteur sostenía que los microorganismos siempre se generaban debido a gérmenes introducidos desde el exterior. A baja altitud, la infusión esterilizidad, contenida en matraces de vidrio abiertos, de cuello largo y estrecho, se contaminaba, pero permanecía estéril en la cima de los Alpes. Esta serie de demostraciones estableció un lazo incontrovertible entre un nuevo actor, los microorganismos, y lo que Pasteur dijo que podían hacer: los microbios no proceden del *interior* de la infusión, sólo pueden provenir del *exterior*. Pouchet, que rechazó la conclusión de Pasteur, puso a prueba la conexión forzando a los microorganismos a surgir espontáneamente. Repitiendo el experimento de Pasteur, Pouchet mostró que los matraces de vidrio que contenían infusiones estériles de heno se plagaban pronto con microorganismos, incluso en el aire «libre de gérmenes» de los Pirineos. Los microorganismos de los que dependía Pasteur fueron inducidos a traicionarle: aparecían espontáneamente y, por consiguiente, daban la razón a Pouchet. En este caso los actuantes cambiaron de bando y apoyaron al mismo tiempo a dos portavoces. Este cambio de bando no pone fin a la controversia, pues es posible acusar a Pouchet de haber introducido, sin querer, microorganismos del exterior, incluso aunque lo hubiera esterilizado todo. El significado de estéril se vuelve ambiguo y tiene que ser renegociado. Pasteur, ahora en el papel de disidente, demostró que el mercurio utilizado por Pouchet estaba contaminado. Traicionado por sus microorganismos espontáneos, se separó a Pouchet de su defensa suplementaria y Pasteur se convirtió en el portavoz victorioso, alineando «sus» microorganismos que actuaban en comando. Pouchet fracasó en su disidencia y terminó aislado, y su «generación espontánea» quedó reducida por Pasteur a idea *subjetiva*, basada no en función del comportamiento de los microbios, sino en influencias «ideológicas» y «religiosas».[7]

La misma estrategia de separar a los aliados de su portavoz ocurrió entre los samoas. Margaret Mead escribió, en la década de 1930 y con la finalidad de influir en el ideal de educación y comportamiento sexual de los estadounidenses, que las jóvenes samoanas estaban más liberadas que las occidentales y que no sufrían las crisis propias de la adolescencia.[8] Este hecho bien establecido no fue atribuido a Mead, que actuaba como la antropológa representante de los samoanos, sino a las propias jóvenes samoanas. Recientemente, otro antropólogo, Derek Freeman, atacó a Margaret Mead, separando todos los lazos entre ella y las jóvenes samoanas. Margaret Mead quedó como una estadounidense liberal aislada de todo contacto serio con los samoanos, que escribió una ficción «noble y salvaje» extraída del fondo de su mente. Freeman, el nuevo portavoz de los samoanos, dijo que las jóvenes estaban sexualmente reprimidas, amén de ser frecuentemente agredidas y violadas, y que sufrían una adolescencia terrible. Naturalmente, este «secuestro», por así decirlo, de las adolescentes samoanas por parte de un nuevo representante no pone fin a la controversia, tal como ocurrió con nuestros anteriores ejemplos. Ahora, la cuestión es decidir si Freeman es un macho palurdo e insensible influido por la sociobiología, y si entre los samoanos tiene más aliados que Margaret Mead, una gran pensadora de la antropología feminista, sensible a todas las claves sutiles de sus informantes samoanos. Nosotros debemos aprender que el giro más inmediato de las pruebas de resistencia entre autores y disidentes se puede obtener, simplemente, cortando los lazos que los unen a sus partidarios.

En su discusión sobre las estadísticas de George Yule, Karl Pearson empleó una estrategia más sutil que la de Freeman para romper sus vínculos. Yule había inventado un coeficiente para medir la fuerza de una relación entre dos variables *discretas*. Este coeficiente, tosco pero robusto, le permitía decidir si, por ejemplo, existía alguna relación entre la vacunación y el índice de mortalidad. Yule no estaba interesado en definir la relación con mayor precisión. Solamente quería ser capaz de determinar si las vacunaciones hacían disminuir el índice de mortalidad. Por otro lado, Pearson se opuso al coeficiente de Yule porque cuando se quería saber *cuán estrechos* eran los vínculos, ofrecía una amplia gama de posibles soluciones. En opinión de Pearson, con el coeficiente de Yule nunca se sabría con seguridad si todos los datos apoyaban las afirmaciones. A Yule esto no le preocupaba porque sólo estaba tratando con entidades discretas. Pearson, sin embargo, tenía un proyecto mucho más ambicioso y quería ser capaz de emplear un vasto número de variables *continuas* como la altura, el color de piel, la inteligencia... Con el coeficiente de Yule sólo podría haber definido relaciones débiles entre variables genéticas. Ello significaba que cualquier disidente podría fácilmente haberlo separado de sus datos y podría transformar uno de los conjuntos más impresionantes jamás compilado sobre determinismo genético en una confusa y desordenada multitud de relaciones inciertas. Pearson inventó un coeficiente de correlación que hacía que cualquier variable discreta fuera el resultado de una distribución continua. Yule sólo se quedó con asociaciones débiles y Pearson, enlazando sus datos con su «coeficiente de correlación tetracórico», pudo transformar cualquier variable continua en un conjunto fuertemente conectado de variables discretas, relacionando *sólidamente* la inteligencia con la herencia. Ello, por supuesto, no puso fin a la controversia. Yule puso a prueba el coeficiente de Pearson demostrando que transformaba variables continuas en discretas de forma arbitraria. Si hubiera tenido éxito, Yule habría privado a Pearson del apoyo de sus datos. Aunque esta controversia continuó durante casi cien años, la lección para nosotros es que, con el mismo equipo y los mismos datos, el punto muerto entre autores disidentes puede ser superado por una simple modificación de lo que une a los datos entre sí (trataremos nuevamente este fenómeno en el capítulo 6).

En cada uno de los ejemplos mencionados he mostrado cómo los aliados eran persuadidos astutamente a abandonar a sus representantes con el fin de inclinar la balanza, pero también señalé que esta acción no resuelve el debate. Generalmente modifica el campo de discusión lo suficiente para ganar tiempo, pero no para ganar definitivamente. Para ganar, esta estrategia debe combinarse con la del apartado 1, adoptar más cajas negras situándolas lo antes posible, y con la del apartado 3, que es la más osada y la más difícil de emprender para el visitante.

3. CONFIGURAR NUEVOS ALIADOS

El disidente, ahora director de un (contra)laboratorio, ha importado tantos instrumentos en forma de cajas negras como le fue posible y ha intentado persuadir astutamente a los partidarios de su oponente para que se separen de él. Incluso combinando estas dos estrategias, no le irá muy bien, puesto que todos los científicos

están jugando con un *conjunto limitado* de instrumentos y actuantes. Después de unos pocos movimientos, la controversia se estancará nuevamente, con los partidarios cambiando continuamente de bando: a favor y en contra del patrón, a favor y en contra de Pasteur, a favor y en contra de Margaret Mead, a favor y en contra de Pearson, sin que se vislumbre el final. En tal confusión no se producirá ningún hecho, pues ningún tercero será capaz de adoptar sus enunciados como cajas negras para utilizarlas en otro lado. Para superar el estancamiento se tienen que introducir aliados que *aún no* están definidos.

Permítanme volver al ejemplo del descubrimiento de la GHRH realizado por Schally utilizando su muestra de cartílago tibial de rata. Vimos cómo Guillemin, rechazando este «descubrimiento», ahora entre comillas, inventó otro al utilizar una muestra menos controvertible; el cultivo de células pituitarias (capítulo 1, apartado 2). Con él, indujo a la GHRH, que apoyaba la afirmación de Schally, a cambiar alianzas. Recuerden que cuando Schally pensó que había descubierto una nueva e importante hormona, Guillemin intervino y demostró que esta «nueva e importante hormona» era un contaminante, una parte de la hemoglobina. Al seguir las dos estrategias que acabamos de caracterizar, Guillemin ganó, pero sólo *negativamente*. Aunque venció a su competidor, sus propias afirmaciones acerca de la GHRH, que él llama GRF, no resultan más fiables. Para un tercero, toda la cuestión es simplemente un embrollo del que no surge ningún hecho fiable. En la búsqueda del *golpe de gracia* final, el disidente necesita algo más, un complemento, un pequeño «je ne sais quoi» que asegure la victoria y convenza a un tercero de que la controversia ha sido realmente cerrada.

En el (contra)laboratorio, los extractos purificados de GRF se inyectan en el cultivo de células. El resultado es pésimo: no ocurre nada. Peor que nada, pues los resultados son negativos: la GRF no libera la hormona de crecimiento, sino que la inhibe. Guillemin critica despiadadamente a su colaborador, Paul Brazeau, que ha realizado el experimento.[10] Se pone en duda el instrumento, que era, supuestamente, una caja negra perfecta, y se pone en peligro la carrera de Brazeau, que era, supuestamente, un trabajador cualificado y honesto. La lucha disidente/autor se ha introducido en el laboratorio y ambos ponen a prueba la muestra, el esquema de purificación y el radioinmunoensayo, de la misma forma que lo hizo el visitante en el caso de la endorfina (parte A, apartado 3). En el tercer intento, Brazeau continuó obteniendo el mismo resultado. A pesar del esfuerzo realizado se produjeron los mismos resultados negativos. Por más fuerte que haya sido la crítica de Guillemin, le condujeron todo el tiempo hacia el mismo tipo de dilema con que terminé la parte A: se abandona la partida o se comienza a discutir acerca de cajas negras tan básicas, antiguas y aceptadas que todo el laboratorio tendría que ser desmantelado. Dado que los resultados negativos resistieron todas las pruebas de fuerza, que la muestra de cultivo de células fue dejada por imposible, y que la honestidad y habilidad de Brazeau resistieron el ataque, algún otro punto débil tenía que ceder el paso. La hormona que estaban buscando *liberaba* la hormona de crecimiento; en sus manos la *inhibía*. Como no podían seguir dudando de sus «manos», tenían o bien que dudar de la primera definición o bien abandonar la partida: habían puesto sus manos sobre una hormona que *inhibía* la producción de la hormona de crecimiento. En otras palabras, habían puesto a prueba una *nueva* hormona, un nuevo, inesperado y aún indefinido aliado para apoyar otra afirmación. En pocos meses habían obtenido una ventaja decisiva sobre Schally. Este no sólo había confundido la GHRH con una parte de la hemoglobina, sino que desde el principio había buscado una sustancia equivocada.

Hemos llegado a uno de los puntos más delicados de este libro, pues, siguiendo a los científicos disidentes, hemos tenido acceso a sus argumentos más terminantes, a sus últimas fuentes de poder. Detrás de los textos han empleado inscripciones y, a veces, instrumentos gigantescos y costosos para conseguir dichas inscripciones. Pero detrás de los instrumentos hay algo que resiste las pruebas de fuerza, algo que denominaré provisionalmente un **nuevo objeto**. Para comprenderlo, debemos ceñirnos con más cuidado que nunca a nuestro método de seguir únicamente la práctica de los científicos, insensibles a cualquier otra opinión, a la tradición, a los filósofos e, incluso, a lo que los científicos dicen sobre lo que hacen (ver por qué en la última parte de este capítulo).

¿Qué es un nuevo objeto en manos de un científico? Consideremos la GRF que Guillemin y Brazeau esperaban encontrar: la definían por sus efectos en la muestra de cartílago tibial y en los cultivos de células. El efecto era dudoso en la primera muestra, y seguro y negativo en la segunda. La definición tenía que cambiar. En su origen el nuevo objeto es aún indefinido. Mejor dicho, se define por su reacción ante las pruebas de laboratorio, *ni más, ni menos*: por su tendencia a inhibir la liberación de la hormona del crecimiento en el cultivo de células pituitarias. La etimología de «definición» nos será útil aquí, puesto que definir algo significa poner límites o márgenes (*finis*), configurarlo. La GRF tenía una forma constituida por las respuestas que daba a una serie de pruebas transcritas en el visor de un instrumento. Cuando las respuestas cambiaron y no pudieron ignorarse, se constituyó una nueva forma, surgió una nueva cosa, algo todavía sin nombre, que hacía exactamente lo opuesto del GRF. Observen que en el laboratorio, el nuevo objeto es *nombrado por lo que hace*: «algo que inhibe la liberación de la hormona del crecimiento». Luego Guillemin inventa una nueva palabra que resume la acción definiendo a la cosa. La llama «somatostatina», lo que bloquea el cuerpo (incluido su crecimiento).

Ahora que la somatostatina tiene nombre y es aceptada, sus propiedades han cambiado y en este momento ya no nos interesa. Lo que cuenta para nosotros es comprender el nuevo objeto en el preciso momento de su surgimiento. En el laboratorio, el nuevo objeto es *una lista de respuestas obtenidas en una serie de pruebas*. Hoy, por ejemplo, todo el mundo habla de «enzimas», que son objetos muy conocidos. Cuando las extrañas cosas, más tarde llamados «enzimas», estaban surgiendo de la competencia entre laboratorios, los científicos hablaban de ellos en términos muy diferentes:[11]

> 8) Del líquido producido por la malta macerada, Payen y Persoz extraen, a través de la acción del alcohol, una sustancia sólida, blanca, amorfa, neutra y más o menos insípida, que es insoluble en alcohol, soluble en agua y en alcoholes débiles, y que no puede precipitarse en acetato de plomo. Calentada entre 65 C y 75 C con almidón en presencia de agua, desprende una sustancia soluble, la dextrina.

En el momento de su aparición, lo mejor que se puede hacer es explicar lo que es el nuevo objeto enumerando la lista de sus acciones constitutivas: «con A hace esto, con C aquello». *No* tiene *otra forma más que esta lista*. Prueba de ello es que si añadimos algo a la lista, *el objeto se redefine*, es decir, adquiere una nueva configuración. La «somatostatina», por ejemplo, fue definida en base al hecho, ahora bien establecido, de que cuando provenía del hipotálamo, inhibía la liberación de la hormona de crecimiento. De esta forma se resumía el descubrimiento que he relatado anteriormente, durante los meses siguientes a su construcción. Cuando otro laboratorio anunció que también había encontrado somatostatina en el páncreas, y que inhibía no sólo la hormona de crecimiento, sino también la producción de glucagón y de insulina, la definición de somatostatina se tuvo que modificar, de la

misma forma que tuvo que alterarse la definición de GRF cuando Brazeau fracasó en el intento de obtener resultados positivos en su ensayo. La lista de respuestas obtenidas en las pruebas de laboratorio definen por completo al nuevo objeto. Para repetir esta cuestión esencial de una forma más clara: el nuevo objeto siempre debe su nombre al resumen de las pruebas que resistió ¡de la misma forma que los antiguos pieles rojas se llamaban «Mata osos» o «Temerario» o «Más fuerte que un bisonte»!

En las estrategias que hemos analizado hasta aquí, el portavoz y los actuantes que él (o ella) representa ya estaban allí engalanados y bien instruidos. En esta nueva estrategia los representantes buscan actuantes que no conocen y lo único que pueden decir de ellos se basa en las reacciones que tienen en las pruebas.

Pierre y Marie Curie no tenían, al principio, un nombre para la «sustancia X» que habían estudiado. En el laboratorio de la Ecole de Chimie, la única forma de configurar este nuevo objeto era multiplicar los experimentos, someter la sustancia desconocida a todo tipo de terribles ordalías (ácidos, calor, frío, presión).[12] ¿Hay algo que pueda resistir todas estas pruebas y tribulaciones? Si es así, entonces, aquí tenemos un nuevo objeto. Al final de la larga lista de «sufrimientos» padecidos por la nueva sustancia (y también por los desafortunados Curie, atacados por los rayos mortales manipulados de forma tan negligente), los autores proponen un nuevo nombre: «polonio». Hoy el polonio es uno de los elementos radiactivos; en su origen era una larga lista de pruebas resistidas triunfalmente en el laboratorio del matrimonio Curie:

9) Pierre y Marie Curie: -Aquí está la nueva sustancia emergiendo de esta mezcla, pechblenda, ¿lo ve? Hace que el aire sea conductor. Incluso se puede medir su actividad con el instrumento que inventó Pierre, un electrómetro de cuarzo. Así es como seguimos el destino de nuestro héroe a través de todas las ordalías y tribulaciones.

Científico objetor: -Esto está lejos de ser algo nuevo, el uranio y el torio también son activos.

- Sí, pero cuando se ataca la mezcla con ácidos se obtiene un licor. Luego, cuando se trata este licor con hidrógeno sulfurado, el uranio y el torio quedan en el licor, mientras nuestro joven héroe se precipita como un sulfúrido.

- ¿Qué se prueba con ello? El plomo, el bismuto de cobre, el arsénico y el antimonio pasan estas pruebas, ¡también precipitan!

- Pero si se intenta hacerlos solubles en sulfato de amonio, el activo se resiste...

- Está bien, admito que no es arsénico, ni antimonio, pero podría ser uno de los famosos héroes del pasado: plomo, cobre o bismuto.

- Imposible, querido, pues el plomo se precipita por la acción del ácido sulfúrico mientras la sustancia se mantiene en solución; en cuanto al cobre, el amoníaco lo precipita.

- ¿Y qué? Ello significa que lo que tú llamas «sustancia activa» es simplemente bismuto. Añade una propiedad al antiguo bismuto, la de la actividad. Ello no define una nueva sustancia.

- ¿Qué no la define? Está bien, dime ¿qué hará que aceptes que hay una sustancia?

-Simplemente muéstrame una prueba en el que el bismuto reaccione de forma diferente a tu «héroe».

-Intenta calentarlo en un tubo de Boheme, en el vacío, a 700 C. ¿Y que ocurre? El bismuto se queda en la parte más caliente del tubo, mientras un extraño hollín negro se acumula en las partes más frías. Este es más activo que el material con el que empezamos ¿Y sabes qué? Si lo repites varias veces, ese «algo» que confundes con el bismuto termina siendo ¡400 veces más activo que el uranio!

- Ah, te quedas callado... Nosotros creemos, en consecuencia, que la sustancia que hemos extraído de la pechblenda es un metal desconocido hasta ahora. Si se confirma la existencia de este nuevo metal proponemos denominarlo polonio, por la patria natal de Marie.

¿De qué están hechas estas cosas famosas que, se dice, están detrás de los textos? Están hechas de victorias: venció al uranio y al torio en el juego del hidrógeno sulfurado; derrotó al antimonio y al arsénico en el juego del sulfuro de amonio, y luego obligó al plomo y el cobre a tirar la toalla, sólo el bismuto aguantó y llegó a la semifinal, ¡pero también fue batido en la final del calor y el frío! Al comienzo de la definición, la «cosa» es una *lista de puntuaciones* en una serie de pruebas. Algunas de estas pruebas se las impone tanto el científico objetor y la tradición, por ejemplo para definir qué es un metal, o son confeccionadas por el autor, como la prueba del calor. Las «cosas» que están detrás de los textos científicos son, por lo tanto, similares a los héroes de las historias que vimos al final del capítulo 1: todos se definen por sus **actuaciones**. Algunos, en los cuentos de hadas, vencen a los más horrorosos dragones de siete cabezas o salvan a la hija del rey de todos los peligros; otros, en los laboratorios, resisten la precipitación o vencen al bismuto... Al principio no existe otra forma de conocer la esencia del héroe. Sin embargo, no dura mucho, pues cada actuación presupone una **competencia**[13] que explica retrospectivamente por qué el héroe superó todas las ordalías. El héroe ya no es más que un conjunto de calificaciones basadas en sus acciones; es una esencia descubierta lentamente debido a cada una de sus manifestaciones.

Ahora el lector debe tener claro por qué introduje la palabra «actuante» antes de describir qué representaba el portavoz. Detrás de los textos, detrás de los instrumentos, dentro del laboratorio, no se encuentra la Naturaleza, todavía no, el lector tendrá que esperar a la próxima parte. Tenemos un conjunto que permite imponer nuevas fuerzas extremas sobre «algo». Este «algo» se va configurando progresivamente de acuerdo a sus reacciones ante dichas condiciones. Esto es lo que hay detrás de todos los argumentos que hemos analizado hasta aquí. ¿Qué era la endorfina puesta a prueba por el disidente en la parte A, apartado 3? La superposición de indicios obtenida a partir de: el sacrificio de un cobaya cuyo intestino se conectó a cables eléctricos y se estimuló con regularidad; un caldo de hipotálamo extraído, después de muchos intentos, de ovejas sacrificadas, y luego forzado a pasar por las columnas del HPLC a altas presiones.

La endorfina, antes de recibir dicho nombre y mientras es un nuevo objeto, *es* esta lista *legible* en los instrumentos *en* el laboratorio del Profesor. Lo mismo ocurre con un microbio mucho antes de ser llamado así. Al principio es algo que transforma azúcar en alcohol en el laboratorio de Pasteur. Este algo se reduce por la multiplicación de las proezas que debe llevar a cabo. La fermentación se produce en ausencia de aire, pero se detiene cuando éste se reintroduce. Esta proeza caracteriza a un nuevo héroe a quien el aire mata pero que, en su ausencia, descompone el azúcar, un héroe que será llamado, como los pieles rojas mencionados, «anaeróbico» o «superviviente en ausencia de aire». Los laboratorios generan muchos nuevos objetos porque son capaces de crear condiciones extremas y porque inscriben de forma obsesiva cada una de estas acciones.

Nombrar a los nuevos objetos según lo que hacen no se limita de ninguna forma a actuantes como las hormonas o las sustancias radiactivas, es decir, a los laboratorios de lo que generalmente se llama «ciencias experimentales». Las matemáticas también definen a sus objetos por lo que *hacen*. Cuando Cantor, el matemático alemán, configuró sus números transfinitos, obtuvo la forma de sus nuevos objetos sometiéndolos

a la prueba más sencilla y radical:[14] ¿es posible establecer una conexión en proporción de uno a uno entre, por ejemplo, el conjunto de puntos que incluye una unidad cuadrada y el conjunto de números reales entre 0 y 1? En principio parece absurdo, ya que ello significaría que hay tantos números en un lado del cuadrado como en el cuadrado entero. La prueba se ideó con el fin de ver si dos números diferentes del cuadrado tienen o no correlatos diferentes sobre el lado (formando entonces una correspondecia de uno a uno), o si sólo tienen una sola imagen (formando así una correspondencia de dos a uno). La respuesta escrita sobre la blanca hoja de papel es increíble: «Lo veo pero no lo creo», escribió Cantor a Dedekind. Hay tantos números en el lado como en el cuadrado. Cantor creó sus transfinitos a partir de su actuación en condiciones extremas y apenas concebibles.

El acto de definir un nuevo objeto por las respuestas que inscriben en el visor de un instrumento proporciona a los científicos y a los ingenieros la fuente de fuerza decisiva. Ello constituye nuestro **segundo principio básico**, tan importante como el primero para comprender la ciencia en acción: los científicos y los ingenieros hablan en nombre de nuevos aliados que ellos mismos han caracterizado y enrolado; representantes entre representantes, añaden estos recursos inesperados para inclinar la balanza de fuerzas a su favor. Guillemin habla ahora por la endorfina y por la somatostatina, Pasteur por los microbios visibles, los Curie por el polonio, Payen y Persoz por los enzimas, Cantor por los transfinitos. Cuando se les desafía, no se les puede aislar, sino que, por el contrario, sus representados se mantienen detrás de ellos, preparados para decir lo mismo.

4. LABORATORIOS CONTRA LABORATORIOS

Nuestro buen amigo, el disidente, ha recorrido hasta ahora un largo trayecto. Ya no es el tímido oyente de una conferencia técnica, el apocado espectador de un experimento científico, el objetor cortés. Ahora es el director de un poderoso laboratorio que utiliza todos los instrumentos disponibles, forzando a los fenómenos que apoyan a sus competidores a que, en cambio, lo apoyen a él y conformen todo tipo de objetos inesperados al imponer pruebas más severas y prolongadas. El poder de este laboratorio se mide por las condiciones extremas que es capaz de crear: aceleradores gigantescos de millones de electronvoltios; temperaturas que se aproximan al cero absoluto; conjuntos de radiotelescopios que abarcan miles de kilómetros; hornos que calientan a miles de grados; presiones ejercidas a miles de atmósferas; criaderos con miles de ratas o cobayas; gigantescos ordenadores capaces de hacer miles de operaciones por milisegundo. Cada modificación de estas condiciones permite al disidente movilizar un nuevo actuante. Cambiar de micro a femtogramo; de un millón a un billón de electronvoltios; de lentes de algunos metros a lentes de decenas de metros de ensayos realizados no con cientos, sino con miles de animales, y así sucesivamente, hasta redefinir la forma de un nuevo actuante. Siendo igual todo lo demás, el poder del laboratorio es proporcional al número de actuantes que puede movilizar en su nombre. En este momento los enunciados no se adoptan, transforman o discuten por aficionados con la manos vacías, sino por científicos con grandes laboratorios que los *respaldan*.

Sin embargo, para adquirir la ventaja decisiva sobre el laboratorio rival, el disidente tiene que poner en práctica una cuarta estrategia: tiene que ser capaz de transformar los nuevos objetos en, por así decirlo, objetos más antiguos y, a su vez, retroalimentarlos en su laboratorio.

La dificultad no se encuentra en comprender lo que se realiza en los laboratorios, sino en lo que *se ha* realizado en ellos. Especialmente difícil de comprender es la forma en que los nuevos objetos son transformados de inmediato en algo más. Mientras la somatostatina, el polonio, los números transfinitos o los microbios anaerobios son caracterizados por la lista de pruebas que he resumido anteriormente, es fácil establecer una conexión: dime qué ordalías superas y te diré qué eres. Sin embargo, esta situación no perdura. Los nuevos objetos se vuelven **cosas**: la «somatostatina», el «polonio», los «microbios anaerobios», los «números transfinitos», la «doble hélice» o el «ordenador *Eagle*», aislados de las condiciones de laboratorio que las caracterizaron, son cosas con un nombre que ahora parecen independientes de las pruebas en las que probaron su valor. El proceso de transformación es muy común y ocurre constantemente tanto para el lego como para el científico. En la actualidad, todos los biólogos toman la «proteína» por un objeto; no recuerdan la época, los años veinte, en que la proteína era una sustancia blanquecina que fue separada gracias a una nueva ultracentrifugadora en el laboratorio de Svedberg.[15] En ese momento, la proteína era únicamente la acción de diferenciar los contenidos de la célula mediante una centrifugadora. Sin embargo, el uso habitual del término transformó la denominación de un actuante por lo que hacía en un nombre común. Este proceso no es misterioso o específico de la ciencia. Ocurre lo mismo con el abrelatas que utilizamos habitualmente en nuestra cocina. Consideramos al abrelatas y la habilidad de manipularlo como una caja negra, dando por sentado que no es problemático y que no requiere planificación y atención. Olvidamos todas las pruebas que tuvimos que sufrir (sangre, cicatrices, derramar las judías y los raviolis, llamar a gritos a nuestros padres) antes de manejarlo apropiadamente, anticipando el peso y las reacciones de la lata, y las reacciones del abridor. Sólo cuando observamos a nuestros propios hijos aprendiendo el duro camino, podemos recordar cómo el abrelatas era un «nuevo objeto» para nosotros, definido por una lista de pruebas tan larga que podría retrasar la cena para siempre.

Este proceso de rutinización es bastante común. Menos común es la forma en que las mismas personas que generan constantemente nuevos objetos para vencer en una controversia, también los transforman de continuo en objetos relativamente más antiguos con el fin de ganar aún más rápido y de forma definitiva. Tan pronto la somatostatina ha adquirido forma, se inventa un nuevo bioensayo en el que la somatostatina desempeña el papel de una sustancia estable y no problemática en una prueba construida para seguir la pista de una nueva sustancia problemática, el GRF. En cuanto Svedberg ha definido la proteína, la ultracentrifugadora se considera una herramienta habitual en el laboratorio y se utiliza para definir los constituyentes de las proteínas. Apenas el polonio ha surgido de la lista de ordalías antes mencionada, se convierte en uno de los elementos radiactivos conocidos, con el que se puede diseñar un experimento para aislar una nueva sustancia radiactiva en la tabla de Mendeleev. La lista de pruebas se vuelve una cosa; literalmente se *objetiviza*.

El proceso de objetivación es visible cuando pasamos de nuevos objetos a objetos más antiguos, pero también es reversible, aunque menos visible, cuando pasamos del objeto en sus primeros tiempos al objeto más viejo. Todos los nuevos objetos que hemos analizado en la sección anterior estaban construidos y definidos por cajas negras estables que *anteriormente*, antes de ser objetivadas de forma similar, habían sido nuevos objetos. En gran medida, la endorfina se hizo visible porque se sabía que el íleon continuaba latiendo mucho después de que el cobaya fuera sacrificado: lo que hace muchas décadas era un nuevo objeto en fisiología, paso a ser una de las cajas negras que participaban en el ensayo de la endorfina, como fue el caso de la morfina. ¿Cómo se podría haber comparado una nueva sustancia desconocida

si la morfina no hubiera sido conocida? La morfina, que había sido un nuevo objeto definido por sus pruebas en el laboratorio de Seguin en 1804, fue utilizada por Guillemin conjuntamente con el íleon de cobaya para construir las condiciones que definieron la endorfina. Esto también es aplicable al fisiógrafo, inventado por el fisiólogo francés Marey a finales del siglo diecinueve. Sin él no hubiera sido posible representar gráficamente los latidos del intestino. Algo parecido ocurre con el *hardware* electrónico que fortalece las señales y las potencia lo necesario para que activen la aguja del fisiógrafo. Para elaborar otra parte del ensayo de la endorfina, Guillemin aprovechó décadas de avances en electrónica durante la cual se habían inventado nuevos fenómenos. De este modo, los nuevos objetos se forman por la importación simultánea de muchos objetos antiguos en su forma objetivada. Algunos de los objetos importados provienen de disciplinas nuevas o antiguas, o pertenecen a disciplinas más o menos sólidas. La cuestión es que el nuevo objeto surge a partir de una compleja construcción de elementos sedimentados, cada uno de los cuales ha sido un nuevo objeto en cierto punto del espacio y el tiempo. En teoría, siempre es posible aplicar la genealogía y la arqueología a este pasado sedimentado, pero con el paso del tiempo y el incremento del número de elementos reunidos, la tarea es cada vez más compleja.

Es tan difícil volver a la época de su surgimiento como *rebatirlos.* El lector habrá notado, por cierto, que hemos recorrido un círculo completo desde el primer apartado de esta parte (adoptando más cajas negras) a este apartado (encerrando más objetos en cajas negras). En realidad, es un círculo con un mecanismo de retroalimentación que crea cada vez mejores laboratorios gracias a la adopción de la mayor cantidad posible de nuevos objetos en la forma más objetivada posible. Si el disidente reimporta rápidamente la somatostatina, la endorfina, el polonio, los números transfinitos, es decir, muchas cajas negras incontrovertibles, su oponente quedará debilitado al máximo. Su capacidad para discutir disminuirá, pues deberá enfrentarse con montones de cajas negras, presentadas de una forma objetivada, que vinculan elementos provenientes de un pasado cada vez más remoto y de disciplinas más sólidas ¿Se ha notado el cambio? Ahora el autor es más débil y el disidente más fuerte. El autor tiene que, o bien construir un laboratorio mejor con el fin de discutir la afirmación del disidente e inclinar nuevamente la balanza de poder, o bien elegir entre abandonar la partida o utilizar una de las muchas tácticas que veremos en la segunda parte del libro, para escapar del problema. La interminable espiral ha dado otra vuelta al circuito. Los laboratorios crecen por el número de elementos retroalimentados en ellos, y este crecimiento es irreversible pues ningún autor/disidente es capaz de entrar con posterioridad en el combate si cuenta con menos recursos. Comenzando con unos elementos baratos adoptados de la práctica común, los laboratorios terminan, después de muchos ciclos de disputas, utilizando construcciones costosas y enormemente complejas, muy alejadas de la práctica común.

La dificultad para captar lo que ocurre entre sus paredes proviene, entonces, del sedimento de lo que ha estado ocurriendo en otros laboratorios, en algún punto anterior en el tiempo y en otro lugar del espacio. Las pruebas a que actualmente se somete el nuevo objeto al cual dan forma, son probablemente fáciles de explicar a un lego, y todos nosotros somos legos mientras se refieran a disciplinas diferentes a la nuestra, pero no sucede lo mismo con los antiguos objetos capitalizados en una multitud de instrumentos. La construcción del laboratorio impone respeto al lego, y con razón. No existen muchos lugares bajo el sol donde se reúnan tantos y tan sólidos recursos, sedimentados en tantos estratos y capitalizados a tan gran escala. Cuando nos enfrentábamos con la literatura técnica, podíamos no hacerle caso; enfrentados con los laboratorios estamos, simple y literalmente, impresionados. Nos dejan sin poder, o sea, sin recursos para rebatir, para reabrir las cajas negras, para generar nuevos objetos o para discutir la autoridad de los portavoces.

Los laboratorios son ahora lo bastante poderosos como para definir la **realidad**. Para comprobar que nuestro trayecto a través de la tecnociencia no se detiene por complejas definiciones de la realidad, necesitamos una definición simple y vigorosa capaz de resistir este trayecto: la realidad, como la palabra latina *res* indica, es lo que *resiste*. ¿Qué resiste? *Pruebas de resistencia.* Si en una situación dada, ningún disidente es capaz de modificar la forma de un nuevo objeto, entonces eso existe, eso *es* la realidad, al menos, mientras las pruebas de resistencia no la modifiquen. En los ejemplos mencionados en los dos últimos capítulos, los disidentes emplearon tantos recursos para defender estas afirmaciones que, debemos admitirlo, la resistencia será vana: la afirmación tiene que ser verdadera. En el preciso momento en que se detiene la disputa, tan pronto escribo la palabra «verdadero», un nuevo y formidable aliado aparece de repente junto al vencedor, un aliado hasta entonces invisible, pero que ahora se comporta como si hubiera estado siempre presente: la naturaleza.

C. RECURRIR A LA NATURALEZA

Algunos lectores pensarán que ya es hora de que hable de la naturaleza y de los objetos reales que están *detrás* de los textos y de los laboratorios. Pero no soy yo el que llega tan tarde a hablar de la realidad. Más bien, es la naturaleza la que siempre llega tarde, demasiado tarde para explicar la retórica de los textos científicos y las construcciones de laboratorios. Este aliado, a veces leal y a veces veleidoso, que llega con retraso, ha complicado tanto el estudio de la tecnociencia, que necesitamos comprenderlo si deseamos continuar nuestro trayecto a través de la construcción de hechos y artefactos.

1. «NATUR MIT UNS»

¿«Retraso»? ¿«Veleidad»? Puedo oír a los científicos que he seguido hasta aquí indignándose por lo que he escrito. «Todo esto es ridículo porque la lectura y la escritura, la pluma y las cajas negras, las construcciones de laboratorio, en realidad todos los fenómenos existentes, son simples *medios* para expresar algo; vehículos para dar a entender a este aliado formidable. Podemos aceptar las "inscripciones", tu énfasis en las controversias, y tal vez, también, las nociones de "aliado", "nuevo objeto", "actuante" y "partidario", pero has omitido lo más importante, el único partidario que realmente cuenta, la naturaleza en sí. Su presencia o ausencia lo explica todo. Quien tenga a la naturaleza de su parte, gana, sin importar contra quien se enfrente. Recuerda la frase de Galileo: "Cualquier hombre corriente que recurra a la naturaleza puede derrotar a mil Demóstenes y mil Aristóteles". Todos los adornos de la retórica, todos los ingeniosos artilugios construidos en el laboratorio que has descrito, absolutamente todos, serán desmantelados cuando pasemos de las controversias sobre la naturaleza a la naturaleza en sí. ¡Un solo David que utilize en su honda simples verdades sobre la naturaleza ahuyentará al Goliath de la retórica con todo su laboratorio y a los filisteos que le acompañan! Por lo tanto, permítenos olvidar todo lo que has escrito a lo largo de casi cien páginas, aunque afirmes que simplemente nos has seguido, y ¡déjanos ver la naturaleza cara a cara!»

¿No es esta una objeción refrescante? Quiere decir que, después de todo, Galileo tenía razón. Las estrategias que he estudiado en los capítulos 1 y 2 pueden ser

fácilmente derrotadas a pesar de las muchas asociaciones que ellos tejieron, trenzaron y anudaron. Todos los disidentes han tenido una oportunidad. Aunque se enfrentaron con montones de literatura científica y con laboratorios gigantescos, para vencer sólo tenían que mirar la naturaleza. Ello significa que existe un *suplemento*, algo que no está en los artículos científicos, ni en los laboratorios, que es capaz de resolver todas las cuestiones de la discusión. Esta objeción es muy estimulante, pues la formulan los propios científicos, aunque queda claro que esta rehabilitación del hombre o mujer corriente, de Sr. (o Sra.) Fulano, también es una acusación a la multitud de aliados reunidos por los mismos científicos.

Permítannos aceptar esta grata objeción y ver cómo la apelación a la naturaleza nos ayuda a distinguir entre, por ejemplo, la afirmación de Schally sobre la GHRH y la de Guillemin sobre el GRF. Ambos eran artículos convincentes, que movilizaban con talento muchos recursos. Uno es apoyado por la naturaleza, por lo ques su afirmación será convertida en un hecho, y el otro no lo es, de lo que se sigue que su afirmación será convertida por los demás, en un artefacto. De acuerdo a las objeciones mencionadas, a los lectores les resultará fácil otorgar el voto decisivo. Simplemente tienen que ver quién tiene a la naturaleza de su lado.

Es así de fácil separar el futuro de las células de combustible del de las baterías. Ambas luchan por un espacio en el mercado; ambas afirman ser las mejores y más eficientes. El comprador potencial, el inversor y el analista están perdidos en la bruma de una controversia, leyendo montones de literatura especializada. De acuerdo a la anterior objeción, su vida será más fácil. Sólo tienen que ver quién habla en nombre de la naturaleza. Es tan sencillo como en las luchas cantadas en la Ilíada: esperar que la diosa incline la balanza en favor de uno u otro bando.

Una controversia encarnizada divide a los astrofísicos, que calculan el número de neutrinos emitidos por el Sol, y a Davis, el experimentador que obtiene una cifra mucho menor. Es fácil distinguirlos y evitar la controversia. Sólo permítannos ver por nosotros mismos de qué bando se encuentra realmente el Sol. En algún lugar, el Sol natural, con su verdadero número de neutrinos, silenciará los disidentes, y los obligará a aceptar los hechos por muy bien escritos que puedan estar los artículos.

Otra violenta discusión divide a aquellos que creen que los dinosaurios fueron de sangre fría (criaturas perezosas, pesadas, estúpidas y desgarbadas), de los que creen que los dinosaurios eran de sangre caliente (animales rápidos, ligeros, astutos y veloces).[16] Si hacemos caso a la objeción, para el «hombre corriente» no sería necesario leer los montones de artículos especializados que dan lugar a esta discusión. Sería suficiente con esperar a que la naturaleza los clasifique. La naturaleza sería como Dios, que en la época medieval juzgaba entre dos contendientes, dejando que ganara el inocente.

En estas cuatro controversias que generan cada vez más artículos técnicos y mayores laboratorios o colecciones, la voz de la naturaleza es suficiente para poner fin al bullicio. Entonces, la pregunta obvia es, si quiero hacer justicia a la objeción mencionada, «¿qué dice la naturaleza?»

Schally conoce muy bien la respuesta. En su artículo, nos dice que la GHRH *es* esa secuencia de aminoácidos, no porque la haya imaginado, ni porque haya confundido una parte de la hemoglobina con esa hormona buscada desde hace tanto tiempo, sino porque esa es la molécula en la naturaleza, independientemente de sus deseos. Guillemin dice lo mismo, no de la secuencia de Schally que es un mero artefacto, sino de su sustancia, GRF. Todavía existen dudas sobre la exacta naturaleza del verdadero GRF hipotalámico comparado con el del páncreas, pero en su conjunto, es cierto que el GRF es la secuencia de aminoácidos citada en el capítulo 1. Ahora tenemos un problema. Ambos contendientes tienen a la naturaleza de su lado y dicen lo que ella dice. ¡Un momento! Se supone que la naturaleza juzgará a los retadores, y no que los retadores comenzarán otra discusión sobre quién habla en nombre de la naturaleza.

Sin embargo, no podremos detener esta nueva discusión sobre el árbitro, pues la misma confusión surge cuando se oponen las células de combustible a las baterías. «Las dificultades técnicas no son insuperables», dice el partidario de las células de combustible. «En comparación con el motor de combustión interna, sólo se ha invertido una cantidad ínfima en su investigación. Las células de combustible constituyen la forma en que la naturaleza almacena energía; dennos más dinero y lo verán». ¡Un momento, un momento! Se suponía que íbamos a juzgar a la literatura técnica adoptando el punto de vista de un lego, y no que seríamos conducidos otra vez *al interior* de la literatura y *en lo profundo* de los laboratorios.

Sin embargo, no es posible esperar fuera, pues también en el tercer ejemplo se suceden cada vez más artículos, que discuten el modelo del Sol y modifican el número de neutrinos emitidos. El Sol real está alternativamente del lado de los teóricos, cuando estos acusan a los físicos experimentales de estar equivocados, y del lado de éstos últimos cuando acusan a los primeros de haber construido un modelo ficticio del comportamiento del Sol. Esto es demasiado desleal. Se invitaba al Sol a decidir al margen de los dos contendientes, no a convertirse en otra manzana de la discordia.

Más manzanas se encontrarán en la discusión entre paleontólogos, en la que el dinosaurio tiene problemas para dar el voto decisivo. Nadie sabe con seguridad cómo era. La ordalía podría terminar, pero, ¿es el ganador realmente inocente, o simplemente más fuerte o más afortunado? ¿Es el dinosaurio de sangre caliente más parecido al dinosaurio real, o simplemente sucede que sus partidarios son más fuertes que quienes proponen el de sangre fría? Nosotros esperamos la respuesta final recurriendo a la voz de la naturaleza. Pero presenciamos una nueva lucha sobre la composición, el contenido, la expresión y significado de dicha voz. Es decir, obtenemos *más* literatura técnica y *mayores* colecciones en mayores museos de Historia Natural, no menos; *más* discusiones y no menos.

Interrumpo aquí este ejercicio. Queda claro, ahora, que recurrir a la objeción de los científicos en cualquier controversia es como echar leña al fuego, lo hace llamear nuevamente. La naturaleza no queda fuera del campo de batalla. Se recurre a ella, como a Dios en guerras no tan antiguas, para vencer a los enemigos de forma inmediata. «Natur mit uns» es enarbolada por todos y no es suficiente para proporcionar el triunfo a un bando. Entonces, ¿qué es suficiente?

2. EL DOBLE LENGUAJE DE LAS DOS CARAS DE JANO

Me podrían acusar de haber sido un poco solapado al aplicar las objeciones de los científicos. Cuando dicen que se necesita algo más que relaciones y números para resolver una discusión, algo que esté fuera de todos los conflictos e interpretaciones humanas, algo que llaman «naturaleza» por no encontrar un término mejor, algo que distinguirá finalmente a los ganadores de los perdedores, no pretenden decir que se sabe lo que es. Este suplemento más allá de la literatura y de los experimentos de laboratorio es desconocido, y es por ello que lo buscan, que se llaman a sí mismos «investigadores», que escriben tantos artículos y emplean tantos instrumentos.

«Es rídiculo imaginar», les oigo argumentar, «que la voz de la naturaleza pueda detener la lucha entre Guillemin y Schally, que pueda revelar si las células de

combustible son superiores a las baterías, o si el modelo de Watson y Crick es mejor que el de Pauling. Es absurdo imaginar que la naturaleza, como una diosa, va a inclinar la balanza en favor de un bando de forma visible, o que el dios Sol va a irrumpir en una reunión de astrofísicos para poner fin a la controversia entre físicos teóricos y experimentales, ¡y todavía más rídiculo es imaginar a los dinosaurios reales invadiendo un museo de Historia Natural para compararse con sus modelos de yeso! Lo que queríamos decir, al rebatir tu obsesión por la retórica y por el empleo de cajas negras, era que *cuando tiene lugar una controversia, la naturaleza es el aliado final que la clausura*, y no las herramientas y estratagemas retóricas ni los artilugios de laboratorio».

Si aún deseamos seguir a los científicos y a los ingenieros en su construcción de la tecnociencia, hemos topado aquí con un problema fundamental. Por un lado, los científicos proclaman a la Naturaleza como el único árbitro posible de una discusión, y por otro, reclutan innumerables aliados mientras esperan que la naturaleza se pronuncie. A veces, David es capaz de vencer a todos los filisteos sólo con una honda; otras, ¡es mejor tener espadas, carros de guerra y muchos más soldados mejor adiestrados que los de los filisteos!

Para nosotros, legos que queremos comprender la tecnociencia, es vital decidir qué versión es la correcta, pues según la primera versión, como la naturaleza es suficiente para resolver todas las discusiones, no tenemos nada que hacer, pues no importa la cantidad de recursos que tengan los científicos; al final, estos no cuentan, sólo cuenta la Naturaleza. Puede ser que estas páginas no estén totalmente equivocadas, pero son inútiles pues tratan meramente sobre fruslerías y cuestiones secundarias, y ciertamente es inútil continuar durante cuatro capítulos más, sólo para encontrar aún más trivialidades. En la segunda parte, sin embargo, tenemos una gran cantidad de trabajo por delante puesto que, analizando a los aliados y los recursos que resuelven una controversia, entendemos *todo* lo que hay que entender de la tecnociencia. Si la primera versión es correcta, no tenemos nada que hacer aparte de captar los aspectos más superficiales de la ciencia; si se mantiene la segunda versión, queda todo por entender excepto los aspectos más superfluos y ostentosos de la ciencia. Hecha la apuesta, el lector se dará cuenta de por qué hay que abordar este problema con precaución. Aquí todo el libro está en peligro. El problema resulta tanto más difícil ya que los científicos afirman *simultáneamente* estas dos versiones contradictorias, desplegando una ambivalencia que podría paralizar todos nuestros esfuerzos para seguirlos.

Quedaríamos en efecto paralizados, como muchos de nuestros predecesores, si no estuvieramos acostumbrados a este doble lenguaje o a las dos caras de Jano (véase la introducción). Las dos versiones son contradictorias pero no son proferidas por la misma cara de Jano. Hay nuevamente una clara distinción entre lo que los científicos nos dicen acerca de las dos partes, la «fría» y ya clausurada, y la «caliente» y no clausurada del frente de investigación. Mientras abundan las controversias, la naturaleza nunca se utiliza como árbitro final ya que nadie sabe lo que es y dice. Pero *una vez la controversia se cierra*, la naturaleza es el árbitro decisivo.

Esta repentina inversión de lo que cuenta como juez y parte es, aunque al principio antiintuitivo, tan fácil de comprender como la transformación de un nuevo objeto que recibe el «nombre de la acción» y que se convierte en cosa con gran rapidez. Mientras haya un debate entre endocrinólogos sobre el GRF y la GHRH, nadie puede intervenir en las discusiones diciendo, «yo sé lo que es, la naturaleza me lo ha dicho. Es esa secuencia de aminoácidos». Dicha afirmación sería recibida con burlas, a menos que su mentor sea capaz de mostrar sus cifras, citar sus referencias y mencionar las fuentes en que se apoya; en resumen, escribir otro artículo científico y equipar un nuevo laboratorio como en el caso que hemos estudiado. Sin embargo, cuando se toma la decisión colectiva de convertir la GHRH de Schally en un artefacto y el GRF de Guillemin en un hecho incontrovertible, la razón de dicha decisión no se imputa a Guillemin, sino que inmediatamente se atribuye a la existencia independiente del GRF en la naturaleza. Mientras dure la controversia, ninguna apelación a la naturaleza puede presentarse como una fuerza suplementaria en favor de uno de los bandos (en el mejor de los casos es una invocación y, en el peor, un bluff). En cuanto el debate se detiene, el suplemento de fuerza ofrecido por la naturaleza se considera la explicación de por qué el debate se detuvo (y de por qué al final se desenmascararon los fraudes y errores).

Por lo tanto nos enfrentamos con dos suposiciones casi simultáneas:

> La naturaleza es la causa final de la clausura de todas las controversias, *cuando las controversias están ya clausuradas.*
>
> Mientras duran, *la naturaleza aparecerá, simplemente, como la consecuencia final de las controversias.*

Cuando quieras atacar la afirmación de un colega, criticar una visión del mundo o modalizar un enunciado, no se puede *sólo* decir que la naturaleza está contigo; «sólo» nunca será suficiente. Estás destinado a utilizar otros aliados. Si tienes éxito, entonces la naturaleza será suficiente y todos los demás colegas y recursos serán redundantes. Una analogía política puede ayudarnos en este punto. La naturaleza es, en manos de los científicos, una monarquía constitucional, muy similar a la de la reina Isabel II. Ella lee desde el trono, con el mismo tono, majestad y convicción un discurso escrito por el primer ministro, sea conservador o laborista, según haya sido el resultado de las elecciones. En realidad ella *añade* algo a la discusión, pero sólo después que el debate ha terminado; mientras tienen lugar las elecciones, ella no hace nada, excepto esperar.

Esta repentina inversión de las relaciones de los científicos con la naturaleza y entre ellos mismos es uno de los fenómenos más confusos que encontramos cuando seguimos sus pasos. Creo que la dificultad para comprender esta sencilla inversión es lo que ha hecho tan difícil, hasta ahora, la investigación sobre la tecnociencia.

Las dos caras de Jano hablando al mismo tiempo constituyen, debemos admitirlo,

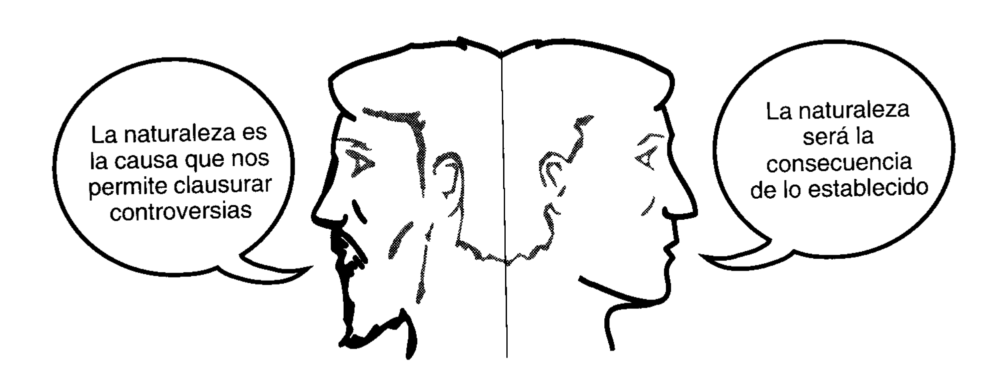


Figura 2.5

un espectáculo sorprendente. En el lado izquierdo, la naturaleza es causa, en el derecho es consecuencia del final de la controversia. En el lado izquierdo, los científicos son *realistas*, es decir, creen que las representaciones se clasifican por lo que realmente está fuera, con el único árbitro independiente que existe, la naturaleza. En el derecho, los mismos científicos son *relativistas*, es decir, creen que ellos mismos y los actuantes que ellos representan deben clasificar las representaciones, sin ningún árbitro independiente e imparcial que apoye a ninguno de ellos. Nosotros sabemos por qué hablan dos lenguajes al mismo tiempo: la boca izquierda habla sobre partes de la ciencia ya cerradas, mientras la boca derecha habla sobre partes aún no clausuradas. En el lado izquierdo, el polonio fue descubierto hace mucho tiempo por los Curie; en el derecho existe una larga lista de acciones efectuadas por un actuante desconocido en París, en la Ecole de Chimie, que los Curie propusieron llamar «polonio». En el lado izquierdo, todos los científicos están de acuerdo, y nosotros oímos la voz clara y directa de la Naturaleza; en el derecho, los científicos están en desacuerdo y sólo se oye su voz.

3. LA TERCERA REGLA DEL MÉTODO

Si queremos continuar nuestro trayecto a través de la construcción de hechos, tenemos que adaptar nuestro método al doble lenguaje de los científicos. De lo contrario, siempre estaremos desprevenidos: incapaces de vencer ni a su primera objeción (realista), ni a la segunda (relativista). Por lo tanto, necesitaremos dos discursos diferentes, que estarán en función de si consideramos la parte establecida de la tecnociencia o la que no lo está. También seremos relativistas en el último caso y realistas en el primero. Al estudiar la controversia, como hemos hecho hasta aquí, no podemos ser *menos* relativistas que los científicos y los ingenieros a los que hemos acompañado; ellos no *utilizan* la Naturaleza como un árbitro externo, y nosotros no tenemos razones para suponer que somos más inteligentes que ellos. Para esta parte de la ciencia nuestra **tercera regla del método** dirá: dado que la clausura de una controversia es la *causa* y no la consecuencia de la representación de la naturaleza, *no podemos utilizar el resultado, la naturaleza, para explicar cómo y por qué una controversia se ha clausurado.*

Este principio es fácil de aplicar mientras dura la discusión, pero es difícil de mantener en la mente cuando ha terminado, pues la otra cara de Jano sube al poder y toma la palabra. Por ello es tan difícil e infructuoso el estudio del pasado de la tecnociencia. Tienes que aferrarte a las palabras de la cara derecha de Jano, ahora apenas audibles, e ignorar los clamores de la cara izquierda. Resulta, por ejemplo, que los rayos N son lentamente transformados en artefactos, de forma similar a la GHRH de Schally. ¿Cómo vamos a estudiar esta inocente expresión «resulta»? En la física actual existe unanimidad al considerar que Blondlot estaba gravemente equivocado. A los historiadores les sería bastante fácil decir que Blondlot fracasó porque «detrás de los rayos N no había en realidad nada» que defendiera sus afirmaciones. Este tipo de análisis del pasado genera una historia que corona a los ganadores, considerándolos los mejores y más brillantes, y sostiene que los perdedores, como Blondlot, perdieron, simplemente, *porque* estaban equivocados. Aquí reconocemos la forma de hablar de la parte izquierda de Jano, donde la propia naturaleza distingue entre malos y buenos. Pero ¿es posible aceptar esto como la razón por la que en París, Londres y Estados Unidos los rayos N se convirtieron lentamente en artefacto? Por supuesto que no, pues en aquella época, como es obvio, la física actual no podía ser utilizada como la piedra de toque, o mejor dicho, ya que su estado actual es, en parte, ¡la *consecuencia* de resolver muchas controversias como la de los rayos N!

Esos historiadores lo tienen fácil. LLegan después de la batalla y sólo necesitan una razón para explicar el fracaso de Blondlot. Siempre estuvo equivocado. Esta razón es precisamente la que no da lugar a la más mínima diferencia mientras se busca la verdad en medio de una polémica. No necesitamos una, sino *muchas* razones para explicar cómo se detiene una discusión y cómo se cierra una caja negra.[17]

Sin embargo, cuando hablamos de la parte «fría» de la tecnociencia debemos cambiar nuestro método como hacen los propios científicos que de relativistas de alma, han pasado a ser realistas acérrimos. Ahora, la naturaleza es vista como la causa de las descripciones exactas de sí misma. Nosotros no podemos ser más relativistas que los científicos sobre esta parte y seguir negando la evidencia cuando nadie más lo hace. ¿Por qué? Porque el coste de la discusión es demasiado elevado para un ciudadano corriente, incluso si él (o ella) es un historiador o un sociólogo de la ciencia. Si no existe controversia entre los científicos sobre el *status* de los hechos, entonces es inútil continuar hablando sobre interpretación, representación, una visión del mundo prejuiciosa o distorsionada, imágenes del mundo débiles y frágiles, portavoces infieles. La naturaleza habla sin rodeos, hechos son hechos. Y punto. No hay nada que añadir, ni nada que quitar.

Esta división entre las interpretaciones realista y relativista de la ciencia ha causado el desánimo de los estudiosos de la ciencia. O continúan siendo relativistas, incluso respecto a las partes de la ciencia ya establecidas, con lo cual parecen ridículos; o continúan siendo realistas, incluso frente a las cuestiones «calientes» e inciertas, y ello los hace pasar por tontos. La tercera regla del método, ya enunciada, debería ayudarnos en nuestro estudio, pues nos permite mantener un gran equilibrio. No intentamos minar la solidez de las partes de la ciencia aceptadas. Somos tan realistas como la gente con la que viajamos y como el lado izquierdo de Jano. Pero apenas comienza una controversia, nos volvemos tan relativistas como nuestros informantes. Sin embargo, no los seguimos pasivamente, pues nuestro método nos permite documentar tanto la construcción de hechos como la de artefactos, lo «frío» y lo «caliente», los enunciados modalizados y los que no lo están, y, en particular, nos permite describir con precisión los repentinos cambios de la cara de Jano. Este método nos ofrece, por así decirlo, una reproducción estereofónica de la elaboración de hechos, ¡en lugar de la reproducción monofónica de sus predecesores!

Bruno Latour

Ciencia en acción

Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad



EDITORIAL LABOR, S.A.

Traducción:
Eduardo Aibar, Roberto Méndez, Estela Ponisio

Dirección de la versión en castellano:
Manuel Medina
Profesor titular del departamento de Lógica, Historia
y Filosofía de la Ciencia
Universitat de Barcelona

Cubierta:
Jordi Vives

Primera edición: 1992

Título de la obra original:
SCIENCE IN ACTION

ISBN: 84-335-5009-8
Depósito legal: B. 6.644 - 1992

Printed in Spain - Impreso en España

Impreso por Gràfiques 92, S. A.
08930 Sant Adrià de Besòs

3

Máquinas

INTRODUCCIÓN: EL DILEMA DEL CONSTRUCTOR DE HECHOS

En la primera parte de este libro hemos visto cómo viajar por la tecnociencia sin ser intimidados por la literatura técnica ni por los laboratorios. Cuando una controversia se agudiza, sabemos cómo rastrear la acumulación de artículos y cómo determinar nuestro rumbo a través de los laboratorios que están detrás de los artículos. Sin embargo, para adquirir este conocimiento tenemos que pagar un precio, que puede resumirse en los tres principios del método que he presentado: en primer término, debemos abandonar cualquier discurso u opinión acerca de cómo se hace la ciencia, y seguir, en cambio, a los científicos en acción; en segundo lugar, hay que renunciar a cualquier decisión acerca de la subjetividad u objetividad de una afirmación que se base sólo en la inspección de esa afirmación, y, en cambio, rastrear su tortuosa historia, investigar cómo pasó de mano en mano, cómo cada uno la transformó más en un hecho; finalmente, debemos abandonar la suficiencia de la naturaleza como principal argumento para explicar el fin de las controversias, y en su lugar contabilizar la larga lista de recursos y colaboraciones que los científicos reunieron para imposibilitar cualquier disensión.

La imagen de la tecnociencia que revela este método es la de una retórica débil que se vuelve más y más fuerte a medida que pasa el tiempo, que se equipan los laboratorios, que se publican artículos y se aplican nuevos recursos sobre controversias cada vez más encarnizadas. Se obliga a lectores, escritores y colegas ya sea a abandonar, a aceptar las proposiciones, o a discutirlas abriéndose paso, otra vez, mediante el laboratorio. Estos tres resultados posibles podrían estudiarse con mucho más detalle si se efectuaran más estudios sobre la literatura y los laboratorios científicos.[1] Sin embargo, estos estudios por muy necesarios que sean, no superarían una de las mayores limitaciones de la primera parte de este libro: los disidentes casi nunca se implican en un enfrentamiento en el que, *siendo igual todo lo demás*, siempre gana el que tiene el laboratorio más grande o el mejor artículo. En aras de la claridad, comencé con los tres resultados antes mencionados como si la tecnociencia fuera similar a un combate de boxeo. Existe, en la práctica, un cuarto conjunto de resultados, mucho más habitual: *no siendo todo igual*, hay muchos otros recursos, además de artículos y laboratorios, con los que es posible ganar. Es posible, por ejemplo, no

encontrar disidente alguno, no interesar a nadie, no aceptar la fuerza superior de los otros. En otras palabras, primero hay que asegurar la posesión de muchas fortalezas para evitar que la retórica de la ciencia, más poderosa, gane fuerza.

Para describir estas bases preliminares tenemos que recordar nuestro primer principio: el destino de una afirmación depende del comportamiento de los demás. Uno puede haber escrito el artículo decisivo que pruebe que la Tierra es hueca y que la Luna es de queso verde, pero el artículo no será definitivo si los demás no lo aceptan y lo utilizan en lo sucesivo como un hecho cuestionable. Necesitas a los demás para que tu artículo se convierta en definitivo. Si se ríen de tí, si se muestran indiferentes, si le quitan importancia, entonces es el fin de tu artículo. Una afirmación está, pues, en permanente peligro, como la pelota en un partido de rugby. Si ningún jugador la coge, simplemente se queda sobre el césped. Para que se mueva de nuevo, se necesita una acción, que alguien la coja y la arroje; pero el lanzamiento depende a su vez de la agresividad, velocidad, destreza o tácticas de los demás. En cualquier momento, el otro equipo, que desempeña aquí el papel de los disidentes, puede interrumpir, desviar o alejar la trayectoria de la pelota, y lo mismo puede hacer tu propio equipo. El movimiento total de la pelota, de una afirmación, de un artefacto, dependerá hasta cierto punto de tu acción, pero en mayor medida de la de una multitud sobre la cual tienes poco control. La construcción de los hechos, como en un partido de rugby, es, por tanto, un proceso colectivo.

Cada elemento en la cadena de individuos necesarios para pasar la caja negra de mano en mano puede actuar de diversas maneras: la persona en cuestión puede abandonarla por completo, aceptarla tal cual es, cambiar las modalidades que la acompañan, modificar la afirmación, o apropiarse de ella y ponerla en un contexto completamente distinto. En vez de ser conductores, o semiconductores, todos son *multiconductores*, y, para colmo, impredecibles. Para describir la tarea de alguien que desea establecer un hecho, debemos imaginar la cadena de miles de personas necesarias para convertir la primera afirmación en una caja negra, y en qué lugar cada una de ellas podría transmitir (o no), de forma impredecible, la afirmación; dónde podría modificarla, alterarla o convertirla en un artefacto. ¿Cómo es posible conocer a fondo el destino de una afirmación que es resultado del comportamiento de todos estos incrédulos aliados?

La pregunta es aún más difícil, ya que todos actúan sobre la caja negra. Incluso en el mejor de los casos no sólo la transmiten, sino que agregan elementos de su cosecha, modificando el argumento, reforzándolo e incorporándolo en nuevos contextos. La metáfora del partido de rugby pronto se derrumba, pues la pelota es siempre la misma (exceptuando unas pocas rozaduras), mientras que en el juego de la tecnociencia el objeto se modifica al ir pasando de mano en mano. No se transmite colectivamente de un actor a otro, sino que los actores lo *componen* colectivamente. Esta acción colectiva suscita entonces otras dos preguntas. ¿A quién debe atribuirse la responsabilidad del juego? ¿Cuál es el objeto que se ha pasado?

Mediante un ejemplo captaremos con mayor facilidad el problema del constructor de hechos. Diesel es conocido como el padre del motor diesel.[2] Esta paternidad, sin embargo, no es tan directa como la que engendró a Atenea de la cabeza de Zeus. El motor no surgió una mañana de la mente de Diesel. Lo que surgió fue la idea de un motor perfecto que trabajara según los principios termodinámicos de Carnot. Este sería un motor en el que la ignición se produciría sin un aumento de temperatura, paradoja que Diesel resolvió al inventar nuevos sistemas de inyección y combustión. En este punto de la historia, tenemos el libro que publicó, y la patente; encontramos, por lo tanto, un mundo de papeles similar al que vimos antes. Algunos críticos, entre ellos lord Kelvin, estaban convencidos, mientras que para otros era una idea impracticable.

Diesel se enfrenta, en aquellos momentos, a un problema. Necesita a otros para transformar el proyecto y la patente bidimensionales en un prototipo tridimensional que funcione. Encuentra algunas empresas que fabrican máquinas (Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, conocida como MAN, y Krupp) las cuales se muestran interesadas, pues la máquina perfecta de Carnot brinda la esperanza de una mayor eficiencia y versatilidad, ya que la eficiencia del motor de vapor hacia el año 1890 era penosamente baja. Como veremos, la realidad, al igual que la objetividad, posee muchos matices, y depende por entero del número de elementos vinculados a una afirmación. Durante cuatro años, Diesel intentó conseguir *un* motor que funcionara, construyéndolo con la ayuda de unos cuantos ingenieros y máquinas herramientas de MAN. La progresiva *creación* del motor se consiguió introduciendo en el taller todos los recursos disponibles; igual como en cualquier laboratorio. La experiencia y las herramientas para fabricar pistones y válvulas eran el resultado de 30 años de práctica de MAN, que disponía de ellas como algo rutinario. El problema de la combustión del carburante pronto resultó más problemática, ya que el aire y el combustible debían mezclarse en una fracción de segundo. Se encontró una solución que involucraba la inyección de aire comprimido, pero esto exigía enormes bombas y nuevos cilindros para el aire; el motor se volvió grande y caro, incapaz de competir en un mercado de motores pequeños y versátiles. Con la modificación repetida del diseño del motor, Diesel se alejó de la patente original y de los principios presentados en su libro.

El número de elementos vinculados al motor de Diesel va en aumento. Primero, teníamos la termodinámica de Carnot, más un libro, más una patente, más los comentarios alentadores de Lord Kelvin. Luego tenemos, además, a MAN, Krupp, unos pocos prototipos, dos ingenieros que ayudan a Diesel, el *know-how* local, algunas firmas interesadas, un nuevo sistema de inyección de aire, y así sucesivamente. La segunda serie es mucho más larga, pero el motor perfecto de la primera se ha transformado durante el proceso; en particular, se ha abandonado la premisa de la temperatura constante. Ahora es un motor de presión constante, y en una nueva edición de su libro, Diesel tiene que esforzarse para conciliar la distancia que hay entre el primer motor, más «teórico», y el que, poco a poco, se va haciendo realidad.

¿Pero cómo lo real es real? En junio de 1897 el motor es solemnemente presentado en público. Las preocupaciones del constructor de una caja negra toman ahora una nueva dimensión. Diesel necesita que los demás adopten su motor y lo conviertan en una caja negra que funcione como una seda, en miles de copias por todo el mundo, incorporada como elemento no problemático en fábricas, barcos y camiones. ¿Pero qué harán los demás con el motor? ¿En qué medida ha de *transformarse* el prototipo antes de *transferirlo* de Augsburgo a Newcastle, París o Chicago? Al principio, Diesel pensó que no había que modificarlo en absoluto: funcionaba. Simplemente se debía comprar la licencia, pagar el *royalty*, y enviarle los prototipos, algunos ingenieros para ayudarles, unos cuantos mecánicos para atender el motor, ¡y si usted no estaba satisfecho le devolvían su dinero! En manos de Diesel, el motor es una caja negra cerrada, de la misma manera que el GRF era un hecho definitivamente establecido para Schally, sólo a la espera de que lo adoptaran artículos científicos posteriores (véase capítulo 1).

Sin embargo, esta no era la opinión de la empresa que había adquirido los prototipos. Esperaban que no les causase problemas, pero el motor seguía atascándose, ahogándose, desarmándose. En lugar de permanecer cerrada, la caja negra fue abierta, y tuvo que ser detenidamente examinada cada día por mecánicos e ingenieros que, confundidos, discutían entre sí, exactamente igual que los lectores de Schally cada vez que intentaban obtener, en su propio laboratorio, el GRF que aumentaría la longitud de las tibias. Uno tras otro, los concesionarios de la licencia devolvieron

a Diesel los prototipos, y solicitaron la devolución de su dinero. Diesel quebró y sufrió una crisis nerviosa. En 1899, el número de elementos vinculados al motor de Diesel *disminuyó* en vez de aumentar. La realidad del motor retrocedió en lugar de progresar. El motor, de manera semejante al GRF de Schally, se volvió *menos* real. Pasó a ser, si se me permite emplear los dos significados a la vez, de un artefacto «factual» a uno artefactual. Uno de esos sueños de los cuales está repleta la historia de la técnica.

No obstante, algunos ingenieros de MAN continuaron trabajando sobre un nuevo prototipo. Diesel ya no dirige sus estudios. Se efectúan numerosas modificaciones sobre un modelo que opera durante el día en una fábrica de cerillas y es detenidamente examinado cada noche: cada ingeniero añade algo al diseño y lo hace progresar un poco más. El motor no es todavía una caja negra, pero es posible hacerlo avanzar, por medio de copias, hacia más lugares, siendo sometido a nuevas modificaciones. Se transfiere de un sitio a otro sin necesidad de rediseñarlo. Hacia 1908, cuando la patente de Diesel pasa a ser de dominio público, MAN está en condiciones de comercializar el motor diesel; un artículo que, a pesar de ser nuevo, no es problemático, y se incorpora como una pieza más de la industria. Mientras tanto, los concesionarios que antes se habían retirado del proyecto lo retoman, añadiendo sus contribuciones al diseñar motores para diversas finalidades.

Justamente antes de que Diesel se suicidara arrojándose desde un barco con destino a Inglaterra, los motores diesel por fin se habían extendido, pero ¿eran motores *de Diesel*? Tanta gente lo había modificado desde la patente de 1887, que se desató entonces una polémica acerca de quién era el responsable de la acción colectiva que convirtió el motor en realidad. En 1912, durante un encuentro de la Sociedad Alemana de Arquitectos Navales, Diesel afirmó que se trataba de su motor original, el cual simplemente había sido desarrollado por otros. Sin embargo, varios colegas suyos argumentaron , en la misma reunión, que el nuevo motor real y la patente original tenían, como máximo, una débil relación, y que casi todo el mérito había que atribuirlo a los cientos de ingenieros que habían sido capaces de transformar una idea impracticable en un producto comercializable. Diesel, argüían, podría ser el *epónimo* de la acción colectiva, pero no la causa de esa acción; fue, como mucho, la inspiración y no, por así decirlo, el motor que impulsó su máquina.

¿Qué haremos para seguir la pista de esos movedizos objetos, transformados al pasar de mano en mano, y forjados por tantos actores distintos, antes de que terminen siendo una caja negra oculta bajo el capó de un automóvil, activada, con sólo girar la llave, por un conductor que no tiene por qué saber nada de la termodinámica de Carnot, el know-how de MAN o el suicidio de Diesel?

Existe una serie de términos tradicionalmente empleados para relatar estas historias. En primer lugar, uno puede considerar que todos los motores diesel se sitúan a lo largo de una *trayectoria* que, pasando por distintas fases, va desde las ideas hasta la comercialización. Estas fases, reconocidamente confusas, reciben luego diferentes nombres. A la idea, en la mente de Diesel, de un motor perfecto, se la denomina *invención*. Pero, puesto que la idea tiene que ser desarrollada en un prototipo viable, esta nueva fase es llamada *desarrollo* (de aquí la expresión Investigación y Desarrollo que veremos en el capítulo 4). *Innovación* es, a menudo, la palabra aplicada a la fase siguiente, durante la cual se preparan unos pocos prototipos que serán copiados en miles de ejemplares y vendidos en todo el mundo.

No obstante, estos términos no se emplean a menudo. Desde el comienzo mismo, Diesel tenía una noción global, no sólo de su motor, sino también del mundo económico en el que debería funcionar, de la manera de vender licencias, del organismo de investigación, de la empresas que tendrían que intervenir para construírlo. En otro

libro Diesel incluso diseñó un modelo de sociedad, basado en la solidaridad, que sería el más adecuado para el tipo de novedades técnicas que deseaba introducir. Por lo tanto, no se puede hacer una distinción tajante entre invención e innovación. En 1897, el director de MAN, Diesel, y los primeros inversores pensaban que la fase de desarrollo había terminado, y que la de innovación estaba comenzando, a pesar de que se tardó diez años más en alcanzar ese estadio, y mientras tanto Diesel quebró. Por lo tanto, la diferenciación de fases no se da de forma inmediata. Por el contrario, uno de los problemas del inventor es el de efectuar las separaciones entre las fases y reforzarlas: ¿la caja negra es realmente negra? ¿cuándo va a detenerse el disidente? ¿puedo encontrar ahora creyentes y compradores? Finalmente, ni siquiera es seguro que la primera invención deba buscarse en la propia mente de Diesel. Cientos de ingenieros buscaban al mismo tiempo un motor de combustión más eficaz. La primera chispa de intuición podría no estar en una sola mente, sino en muchas.

Si la noción de fases discretas era inútil, también lo era la de trayectoria. No describía nada, puesto que era, una vez más, uno de los problemas a resolver. Diesel, en efecto, afirmó que existía una trayectoria que vinculaba su patente originaria con los motores reales. Esta era la única manera de que sus patentes puedieran llamarse «originarias». Pero era discutido por cientos de ingenieros que afirmaban que la paternidad del motor era otra. De todas formas, si Diesel estaba tan seguro de su prole, entonces ¿por qué no llamarle motor Carnot, puesto que fue de Carnot de quien tomó la idea primitiva? Pero como la patente originaria nunca funcionó, ¿porqué no llamarle motor MAN, o motor de inyección de aire a presión constante? Como podemos ver, hablar de fases de una trayectoria es como tomar rodajas de un paté formado por cientos de trocitos de carne. Aunque sabroso, no tiene ninguna relación con los segmentos naturales en que se articula el animal. Para emplear otra metáfora, utilizar estos términos sería como ver por TV un partido de rugby en el que sólo se muestra una pelota fosforescente. Todas las carreras, las artimañas, los excitados jugadores, serían reemplazados por un punto zigzagueante sin sentido.

Por más toscos que sean esos términos tradicionales para describir la construcción de hechos son, sin embargo, útiles para contabilizar, es decir, para medir, cuánto dinero y cuánta gente se invierte (como veremos en el próximo capítulo). De la invención al desarrollo, y de aquí a la innovación y la venta, el *dinero* que debe invertirse aumenta de forma exponencial, al igual que el *tiempo* que ha de emplearse en cada fase y el *número* de personas que participan en la construcción. La difusión en el tiempo y el espacio de las cajas negras se paga con un fantástico incremento del número de elementos que deben vincularse entre sí. Bragg, Diesel o West (véase la introducción) pueden tener ideas rápidas y brillantes que mantengan ocupados a unos cuantos colaboradores durante algunos meses. Pero para construir un motor o un ordenador comercializable, se necesita más gente, más tiempo y más dinero. El propósito de este capítulo es observar ese impresionante aumento de cifras.

El incremento numérico está necesariamente ligado al problema del constructor de hechos: cómo difundirse en el tiempo y el espacio. Si Schally es la única persona que cree en el GRF, entonces, el GRF se estanca en un lugar de Nueva Orleans, disfrazado bajo multitud de palabras en una vieja publicación. Si Diesel es la única persona que cree en su motor perfecto, el motor se duerme en un cajón de escritorio en Augsburgo. Para difundirse en el espacio y resultar duraderos, todos necesitan (todos necesitamos) las acciones de los demás. ¿Pero cuáles serán estas acciones? Serán muchas, la mayoría de ellas impredecibles, y transformarán al objeto o afirmación difundidos. Nos encontramos ante un dilema: los otros adoptarán la afirmación, o no lo harán. Si no lo hacen, la afirmación quedará confinada a un punto en el

espacio y el tiempo; yo, mis sueños, mis fantasías... Pero si de verdad la aceptan, podrían transformarla en algo irreconocible.

Para escapar de este dilema debemos hacer dos cosas a la vez:

Alistar a otros para que participen en la construcción del hecho.
Controlar su comportamiento para que sus acciones resulten predecibles.

A primera vista, esta solución parece tan contradictoria que se la considera imposible. Si otros se alistan, transformarán las afirmaciones en algo irreconocible. Por lo tanto, la misma acción de incluirlos tal vez haga más difícil el control. La solución a esta contradicción es la noción central de **traducción**. Llamaré traducción a la interpretación que los constructores de hechos hacen de sus intereses y de los intereses de la gente que reclutan. Veamos estas estrategias con más detalle.

A. TRADUCCIÓN DE INTERESES

1. PRIMERA TRADUCCIÓN: QUIERO LO QUE TÚ QUIERES

Necesitamos a otros que nos ayuden a transformar una afirmación en una respuesta de hecho. La primera manera, y la más fácil, de encontrar gente que crea inmediatamente el enunciado, invierta en el proyecto, o compre el prototipo, consiste en adaptar el objeto de tal manera que complazca sus **intereses explícitos**. Como la palabra «inter-esse» indica, «intereses» es lo que se encuentra *entre* los actores y sus objetivos; se crea así una tensión que hará que los actores seleccionen, entre muchas otras posibilidades, únicamente lo que, desde su punto de vista, les ayuda a obtener sus metas. En los capítulos precedentes, por ejemplo, observamos muchos contendientes trabados en polémicas. Para poder resistir los desafíos de sus oponentes, necesitaban vincular su postura con argumentos más irrebatibles, a cajas negras más simples, a terrenos más firmes, que congregasen a su alrededor laboratorios grandes y eficientes. Si has podido ofrecer al rival una de estas cajas negras, es probable que la coja con avidez y así se transforme más rápidamente en un hecho. Supongamos, por ejemplo, que mientras Diesel hace chapuzas con su prototipo, alguien llega con un nuevo instrumento que señala, en una simple tarjeta indicadora, cómo cambia la presión con el cambio de volumen a medida que el pistón se desliza en el cilindro, de manera que el área, en el diagrama, mide el trabajo realizado. Diesel se lanzaría sobre él, pues le ofrece una forma más clara de «ver» cómo el invisible pistón se mueve, e indica gráficamente que su motor cubre una superficie mayor que cualquier otro. La realidad es que, al adoptar la tarjeta indicadora para conseguir sus objetivos, Diesel colabora con su inventor, cumpliendo así las metas de este último. Cuantos más elementos pueda vincular Diesel, más probable es que transforme su propio prototipo en un motor que funcione. Pero esta acción actúa igualmente sobre la tarjeta indicadora, que ahora se convierte en parte rutinaria del banco de pruebas. Los dos intereses se mueven en la misma dirección.

Supongamos, por dar otro ejemplo, que Boas, el antropólogo estadounidense, está enzarzado en una furiosa discusión contra los eugenistas que han convencido hasta tal punto al Congreso de los Estados Unidos acerca del determinismo biológico, que se ha prohibido la inmigración de personas con genes «defectuosos».[3] Supongamos ahora que una joven antropóloga demuestra que, al menos en una isla de Samoa, la biología no puede causar las crisis de las adolescentes porque el determinismo cultural es demasiado fuerte. ¿No estará Boas «interesado» en el informe de Mead, tanto más cuanto que fue él quien la envió allí? Cada vez que los eugenistas critican su determinismo cultural, Boas vinculará su posición, que se ve amenazada, con el contraejemplo de Mead. Pero cada vez que Boas y otros antropólogos hacen esto, la historia de Mead se convierte más en una realidad. Podemos imaginar que nadie está interesado en el informe de Mead, que nadie lo adopta, y que se queda para siempre en el limbo (Pacífico). Al vincular su tesis a la pugna de Boas, Mead obliga a los demás deterministas culturales a convertirse en sus aliados constructores: estos, de buena gana, transforman sus afirmaciones en uno de los hechos más sólidos de la antropología durante muchas décadas.

Cuando Freeman, otro antropólogo, quiso socavar el informe de Mead, también tuvo que vincular su batalla a otra más amplia, la de los sociobiólogos. Hasta entonces, cada vez que los sociobiólogos combatían el determismo cultural tropezaban con este informe de Mead, que se había convertido en algo formidable gracias a la acción colectiva de sucesivas generaciones de antropólogos. Los sociobiólogos se arrojaron ávidamente sobre la tesis de Freeman, pues les permitía librarse de aquel irritante contraejemplo, prestándole su apoyo (sus empresas editoras y sus relaciones con los medios de difusión). Con su ayuda, lo que podría haber sido un «ridículo ataque» se convirtió en «una valerosa revolución», que amenazó la reputación de Mead.

Tal como he subrayado en el capítulo 2, ninguno de estas ayudas será suficiente, por sí sola, para detener la controversia: siempre se puede discutir la tarjeta indicadora adoptada por Diesel, o el informe de Mead, o la «valerosa revolución» de Freeman. ¡La respuesta es que la manera más fácil de reclutar gente en la construcción de hechos es dejarse reclutar por ellos! Al promover sus intereses explícitos, también favorecerás los tuyos. La ventaja de esta estrategia de ir a hombros de los demás es que no necesitarás ninguna otra fuerza para transformar una afirmación en un hecho; un rival débil puede así aprovecharse de uno muchísimo más fuerte.

También existen desventajas. En primer lugar, puesto que son tantas las personas que te ayudan a construir tu afirmación, ¿cómo será evaluada tu propia contribución? ¿no se la considerará marginal? O lo que es peor, ¿no se la apropiarán otros que afirmen haber hecho casi todo el trabajo, como sucedió con Diesel? En segundo lugar, como los rivales son los que tienen que apartarse de su camino para seguir

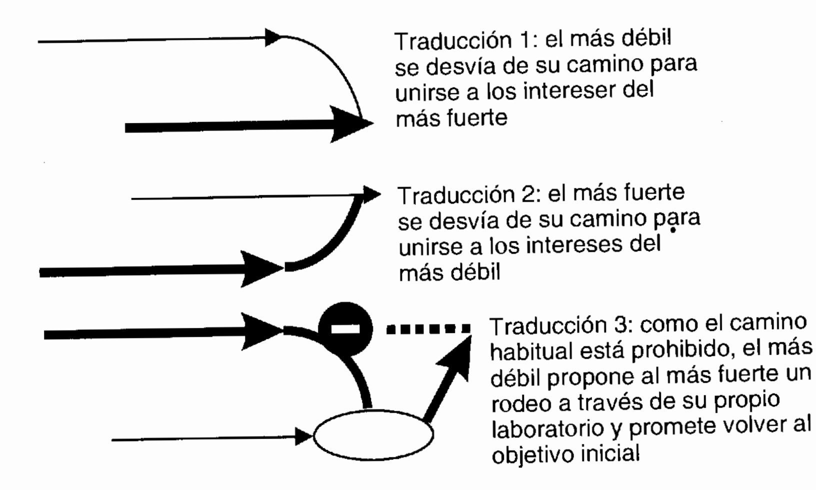


Figura 3.1

la dirección de los demás (véase fig. 3.1, traducción 1), no tienen ningún control sobre lo que este colectivo al que siguen hará con sus afirmaciones. Resulta difícil, sobre todo, cuando los otros son convencidos tan fácilmente, que convierten tus enunciados tentativos en afirmaciones de talla gigantesca. Cuando Pasteur elaboró una vacuna contra el cólera de las aves de corral, que curó a algunas gallinas, interesó a tantos grupos poderosos (funcionarios de sanidad, veterinarios, granjeros...) que todos se apresuraron a concluir que «este era el principio del fin de todas las enfermedades infecciosas en el hombre y los animales»[4]. Esta nueva afirmación era una *composición* formada, en menor medida, por el estudio de Pasteur de unas cuantas gallinas, y en mayor medida por los intereses de los grupos de apoyo. La prueba de que esta extensión no se debió al estudio de Pasteur sino a intereses distintos es que otros profesionales a los que Pasteur no había podido convencer todavía (médicos, por ejemplo) encontraron estos mismos experimentos deficientes, dudosos, prematuros y no definitivos.

Ir a hombros es, por lo tanto, precario: a veces tienes que vencer la indiferencia de los otros grupos (que se niegan a creerte y prestarte su apoyo), y en ocasiones tienes que refrenar su repentino entusiasmo. Por ejemplo, una de las personas a quién Pasteur no convenció fue Koch, su rival germano. En un momento posterior de su carrera, Koch tuvo que dar una conferencia en Berlín, en el encuentro de 1890 de la Asociación Médica Internacional.[5]; había logrado despertar tanto interés por su estudio de la tuberculosis, y demostrado tanta habilidad al vincular su ciencia con el nacionalismo del kaiser Guillermo, que todo el mundo estaba dispuesto a creerle. Y estaba tan dispuesto, en efecto, que cuando durante su alocución aludió a una posible vacuna contra la tuberculosis, todos le escucharon decir que *tenía* la vacuna. La audiencia brincaba y aplaudía frenéticamente, y Koch, confundido por esta transformación colectiva de su afirmación en un hecho, no se atrevió a decir que no tenía vacuna alguna. Cuando grupos de pacientes con tuberculosis acudieron a Berlín para conseguir inyecciones, quedaron amargamente desilusionados, pues Koch no podía ofrecerles su ostensible promesa... Alimentar los intereses explícitos de los demás no es una estrategia segura. Tiene que haber formas mejores.

2. SEGUNDA TRADUCCIÓN: YO LO QUIERO, ¿POR QUÉ NO TÚ?

Sería mucho mejor si la gente movilizada para construir nuestras afirmaciones nos siguiera a nosotros, y no al contrario. Es realmente una buena idea, pero no parece haber ninguna razón sobre la Tierra por la que la gente deba apartarse de su camino y seguir, en su lugar, el nuestro (véase fig. 3.1, traducción 2), sobre todo si uno es débil y sin autoridad, mientras que ellos son fuertes y poderosos. En realidad, sólo existe una razón: *que su camino habitual esté obstruido*.

Por ejemplo, un rico hombre de negocios interesado por la filosofía desea crear una fundación para estudiar los orígenes de las habilidades lógicas en el hombre. El proyecto que desea es conseguir que los científicos descubran las neuronas específicas de la inducción y deducción. Hablando con los científicos, pronto se da cuenta de que consideran prematuro su sueño, y no pueden ayudarle todavía a alcanzar su meta: pero no obstante le piden que invierta su dinero (ahora sin ninguna meta concreta) en la investigación que *ellos* realizan. Entonces, crea una fundación privada donde la gente estudia las neuronas, el comportamiento infantil, ratas en laberintos, monos en selvas tropicales y así sucesivamente... Los científicos hacen lo que quieren con su dinero, y no lo que él quería.

Esta estrategia, como puede observarse en la figura 3.1, es simétrica a la anterior.

El millonario, desplazando sus intereses, asume los de los científicos. Tal desplazamiento del interés explícito no es muy factible, y es raro. Se necesita algo más para que resulte práctico.

3. TERCERA TRADUCCIÓN: SI SOLO DIERAS UN CORTO RODEO...

Puesto que la segunda estrategia raras veces es factible, se hace necesario diseñar una mucho más poderosa, tan irresistible como el consejo de la serpiente a Eva: «No puedes alcanzar tu objetivo inmediatamente, pero si vinieras por mi camino lo alcanzarías antes; sería sólo un corto atajo». En esta nueva conversión de los intereses de los demás, los rivales no intentan alejarlos de sus metas. Simplemente les ofrecen guiarlos a través de un corto atajo. Esto resulta atractivo si se cumplen tres condiciones: la carretera principal está claramente obstruida; el nuevo rodeo está bien señalizado; el atajo parece breve.

Al ser sondeados por el hombre de negocios, los científicos del cerebro jamás habrían respondido de la forma que antes he sugerido. Por el contrario, habrían argumentado que la meta del millonario es, en efecto, alcanzable, pero no ahora mismo. Se necesita un pequeño rodeo a través de *su* neurología durante unos pocos años, antes de que las neuronas de la inducción y deducción, hacia las que apunta, sean por fin descubiertas. Si él está de acuerdo en financiar estudios sobre el comportamiento de la acetilcolina en dos sinapsis, pronto podrá comprender las habilidades lógicas humanas. Sencillamente siga al guía y confíe.

A comienzos de este siglo los arquitectos navales habían aprendido a construir barcos de guerra mayores y más fuertes, empleando más y más hierro. Sin embargo, las brújulas magnéticas de los acorazados enloquecían con tanto hierro a su alrededor. Aunque eran más grandes y resistentes, los barcos de guerra resultaban en conjunto *más débiles* que antes, pues se perdían en el mar.[6] Fue en este punto que un grupo con una solución, liderado por Sperry, sugirió que los arquitectos navales dejaran de lado la brújula magnética y utilizaran brújulas giroscópicas, que no dependían de los campos magnéticos. Pero, ¿tenían la brújula giroscópica? No del todo. No era todavía una caja negra ofrecida a la venta: por eso tenía que negociarse un rodeo. La armada debe invertir en la investigación de Sperry con el objeto de convertir su idea en un giroscopio factible, de manera que, por fin, los barcos de guerra puedan seguir otra vez el rumbo correcto. Sperry se ha situado de tal forma que una traducción común de sus intereses y los de la armada reza así: «ustedes no pueden navegar correctamente en sus barcos; yo no puedo hacer realidad mi brújula giroscópica; esperen un poco, vengan por mi camino, y poco después sus barcos podrán, de nuevo, hacer pleno uso de sus terroríficos poderes, y mis brújulas giroscópicas se diseminarán por barcos y aviones bajo la forma de cajas negras bien cerradas».

Esta comunidad de intereses es resultado de una difícil y tensa negociación que puede desbaratarse en cualquier momento. En particular, se basa en una especie de contrato implícito: se deberá retornar al camino principal, y el atajo tendrá que ser corto. ¿Qué sucede si resulta ser largo, tan largo, realmente, que parece a los ojos de los grupos enrolados, como una desviación más que como un breve atajo? Imaginemos que durante una década el millonario sigue leyendo artículos sobre la descarga de las sinapsis, esperando que cualquier día se descubran las neuronas de la inducción y deducción. Podría morir de aburrimiento antes de ver cumplido su sueño. Podría pensar que éste no es el rodeo que habían acordado, sino una dirección completamente nueva. Podría incluso darse cuenta de que es la *segunda estrategia*

la que se ha practicado, no la tercera, y entonces decida romper las negociaciones, retirar el dinero, y despedir a los científicos que, además de tomarle el pelo, gastaban su dinero.

Esto es lo que sucedió con Diesel. MAN estaba dispuesta a esperar algunos años y a prestar ingenieros, con la idea de que pronto reanudarían su negocio habitual de fabricación de motores, pero a gran escala. Si la recompensa se retrasa, los directivos pueden sentirse estafados, como si percibieran el segundo tipo de traducción a través del velo de la tercera. Si empiezan a pensar así, entonces se considera a Diesel como un parásito de MAN, que desvía sus recursos para perseguir su propio sueño egoísta. Los intereses son elásticos pero, como la goma, hay un punto en que se rompen o dan un salto hacia atrás.

Por lo tanto, aunque esta tercera forma de traducir los intereses de los demás es mejor que la segunda, también tiene sus fallos. Está siempre abierta a la acusación de contrabandismo (por emplear la expresión de los científicos estadounidenses), es decir, si la longitud del rodeo y el tiempo de retraso parecen confusos, el rodeo podría ser visto como una completa desviación, y hasta como un atraco. El apoyo por lo tanto, puede retirarse *antes* de que Watson y Crick descubran la doble hélice, de que Diesel tenga tiempo para fabricar su motor, West de construir su ordenador *Eagle*, Sperry su brújula giroscópica, y los neurólogos de averiguar cómo se descarga una sinapsis. No existe ninguna norma aceptada para medir los rodeos, porque la longitud «aceptable» del rodeo es resultado de una negociación. MAN, por ejemplo, empezó a preocuparse al cabo de sólo unos pocos años. No sucedió lo mismo con las fundaciones médicas privadas que invirtieron en los enormes aceleradores de Lawrence, en Berkeley, ¡aun cuando Lawrence fomentaba la física de partículas con el argumento de que estaban construyendo fuentes de radiación mayores para la terapia del cáncer![7] Dependiendo de la habilidad de los negociadores, unos pocos cientos de dólares pueden parecer un intolerable derroche de dinero, mientras que la construcción de ciclotrones es considerada como el único camino directo hacia la cura del cáncer.

Existen otras dos limitaciones a esta tercera estrategia. En primer término, siempre que la ruta habitual no esté bloqueada, siempre que no resulte claramente evidente a los ojos de un grupo que no puede seguir su camino acostumbrado, se vuelve imposible convencer a este de que efectúe un rodeo. Segundo, una vez que se completa el rodeo y que todos están satisfechos, es muy difícil decidir quién es responsable de la medida. Puesto que la armada ayudó a Sperry, puede reclamar su mérito por la totalidad del giroscopio, que de otra manera habría seguido siendo un vago esbozo o el borrador de un ingeniero. Pero puesto que sin el giroscopio la armada teme que sus acorazados se pierdan en el mar, Sperry puede muy bien afirmar que él es la fuerza activa que se halla detrás de la armada. Puede darse una encarnizada batalla por la atribución del mérito, incluso cuando todo va bien.

4. CUARTA TRADUCCIÓN: REORGANIZAR LOS INTERESES Y LOS OBJETIVOS

Es necesaria una cuarta estrategia para superar los defectos de la tercera:

a) La longitud del rodeo debe ser imposible de evaluar para aquellos que están alistados.
b) Debe ser posible enrolar a otros, aún cuando su curso habitual no esté cortado.

c) Debe ser imposible decidir quién está alistado y quién realiza el alistamiento.
d) No obstante, los constructores de hechos deben aparecer como la única fuerza conductora.

Para llevar a cabo lo que parecería una tarea casi imposible, existe un obstáculo que resulta, a primera vista, insuperable: los intereses *explícitos* de la gente. Hasta ahora, he empleado el término «intereses explícitos» de forma no controvertida: la armada tiene intereses, y también los tiene el millonario, y MAN, y todos los otros actores que hemos observado. Todos saben, más o menos, lo que quieren y es posible, al menos en principio, establecer un listado de sus objetivos, confeccionado por ellos mismos o por observadores. Siempre y cuando los objetivos de todos estos actores sean explícitos, el grado de libertad del constructor de hechos se limita al estrecho círculo delineado por las tres estrategias anteriores. Los grupos alistados saben que son un grupo; saben a dónde quieren llegar; saben si su camino habitual está interrumpido; saben hasta qué punto están dispuestos a desviarse del mismo; saben cuándo han retornado a él; y, por último, saben cuánto mérito debe atribuirse a aquellos que los ayudaron durante un tiempo. ¡Saben mucho! Saben demasiado, pues este conocimiento limita los movimientos de los rivales y paraliza las negociaciones. Siempre que un grupo posea semejante conocimiento, será extremadamente difícil enrolarlo en la construcción de hechos y, más aún, controlar su conducta. ¿Pero cómo atravesar este obstáculo? La respuesta es simple y radical. Si observamos los constructores de hechos en acción veremos uno de sus logros más extraordinarios: *eliminarán* los intereses explícitos para así aumentar su margen de maniobra.

a) Primera táctica: desplazamiento de los objetivos

Incluso si son explícitos, los significados de los objetivos de la gente pueden interpretarse de distintas maneras. Un grupo con una solución está buscando un problema, pero nadie lo tiene... Bien, ¿porqué no hacer que tengan un problema? Si un grupo piensa que su ruta habitual no está en absoluto interrumpida, ¿no es posible ofrecerle otro escenario en el cual se encuentre con un gran problema?

Cuando Leo Szilard entró por primera vez en negociaciones con el Pentágono, a principios de los años 40, los generales no estaban interesados en su propuesta de construir un arma atómica.[9] Argumentaban que siempre lleva una generación inventar un nuevo sistema armamentístico; que poner dinero en este proyecto podría estar bien para que los físicos hicieran física, pero no para que los soldados libraran una guerra. Consideraron, por tanto, la propuesta de Szilard como un típico caso de contrabandismo: sería mejor que los físicos se ocuparan de perfeccionar los viejos sistemas armamentísticos. Como no pensaban que su camino habitual de invención de armamentos estuviera bloqueado, los generales no tenían ninguna razón para considerar la propuesta de Szilard como una solución a un problema que no existía. Entonces Szilard comenzó a trabajar sobre los objetivos de los oficiales. «¿Qué pasa si los alemanes fabrican primero la bomba atómica? ¿Cómo se las arreglarán ustedes para ganar la guerra, su objetivo explícito, con todo ese armamento antiguo y obsoleto?» Los generales tenían que ganar la guerra («la guerra» en su interpretación habitual), significa una guerra convencional: después de la intervención de Szilard todavía tenían que ganar la guerra (pero esto significaba ahora una guerra atómica). El desplazamiento de significado es leve, pero suficiente para cambiar la categoría de los físicos atómicos: inútiles en la primera versión, pasaron a ser *necesarios* en la segunda. La máquina bélica ya no está invadida por físicos con-

trabandistas. Se pertrecha ahora a toda velocidad, hacia la progresiva realización de la vaga patente de Szilard en una bomba, no tan vaga...

b) Segunda táctica: inventar nuevos objetivos

Desplazar los objetivos de los grupos que se alistarán, para así crear el problema y ofrecer luego una posible solución, es bueno, pero todavía limitado por los propósitos originales. Así, en este ejemplo, Szilard pudo persuadir al Pentágono para librar una guerra nuclear, pero no para perderla ni para fomentar la danza clásica. El margen de libertad se acrecentaría considerablemente si se pudieran idear nuevas metas.

Cuando George Eastman intentó establecerse en el negocio de la venta de placas fotográficas, pronto se dió cuenta de que podía convencer sólo a unos cuantos aficionados bien equipados de que compraran sus placas y su papel.[10] Estos estaban habituados a trabajar en laboratorios semiprofesionales instalados en sus hogares. Los demás *no estaban interesados* en realizar ellos mismos las fotografías. No querían comprar costosas y engorrosas cajas negras (¡esta vez en el sentido literal de la palabra!). Eastman ideó entonces la noción de «fotografía amateur»: todo el mundo, de los 6 a los 96 años, podría, debería y desearía hacer fotografías. Con esta idea de un mercado de masas, Eastman y sus amigos tenían que definir el objeto que convencería a todos de que hiciesen fotos. Muy pocos estaban dispuestos a dar un largo rodeo a través de costosos laboratorios. La Eastman Company tenía que lograr que el rodeo fuera extremadamente corto para poder alistarlos a todos. Con el objeto de que nadie dudara en hacer fotografías, el objeto debería ser barato y de fácil manejo, tan fácil que, como Eastman lo presentó: «usted aprieta el botón, y nosotros hacemos el resto», o, como se dice en francés, «clic, clac, merci Kodak». La cámara todavía no estaba allí, pero Eastman ya intuía los perfiles del objeto que haría que su empresa fuera indispensable. Hasta entonces, sólo unos pocos se planteaban el objetivo de obtener fotografías. Si Eastman tenía éxito, todo el mundo se propondría esa meta, y la única manera de cumplir su anhelo sería comprar la cámara y las películas al distribuidor local de la Eastman Company.

c) Tercera táctica: inventar nuevos grupos

Esto es más fácil decirlo que hacerlo. Los intereses son consecuencia de aquello en lo que los grupos se realizaban previamente. MAN fabrica motores de vapor; es posible convencerlos de que fabriquen motores diesel, pero no será fácil persuadirlos de que fabriquen yoghurt. El Pentágono quiere ganar la guerra; es posible convencerlos de que ganen una guerra atómica, pero será difícil que se dediquen a la danza, y así sucesivamente. La capacidad de inventar nuevos objetivos está *limitada* por la existencia de grupos ya definidos. Sería mucho mejor *definir* nuevos grupos que pudieran ser *dotados* de nuevos objetivos, objetivos que podrían alcanzarse sólo si se ayuda a los contendientes a construir sus hechos. A primera vista parece imposible inventar nuevos grupos; en la práctica, es la estrategia más fácil y, de lejos, la más eficaz. Por ejemplo, Eastman no podría imponer una nueva meta (hacer fotografías) si no hubiera diseñado un nuevo grupo partiendo de la nada, el fotógrafo aficionado de 6 a 96 años.

A mediados del siglo diecinueve, ricos y pobres, capitalistas y proletariado, eran algunos de los grupos más sólidamente definidos en función de la lucha de clases.

Los funcionarios de sanidad que deseaban reacondicionar las ciudades europeas y americanas para que fueran más seguras e higiénicas, se veían constantemente obstruidos por la hostilidad de clase entre pobres y ricos.[11] La medida sanitaria más sencilla era considerada, o demasiado radical o, por el contrario, como otro garrote más para que los ricos sometan a los pobres. Cuando Pasteur y los higienistas introdujeron la noción de microbio como causa esencial de las enfermedades infecciosas, no consideraban una sociedad compuesta de pobres y ricos, sino una serie de grupos bastante distintos: enfermos contagiosos, portadores sanos, pero peligrosos, de los microbios, personas inmunizadas, individuos vacunados, y así sucesivamente. En realidad, agregaron también muchos *actores no humanos* a la definición de los grupos: mosquitos, parásitos, ratas, pulgas, además de millones de fermentos, bacterias, micrococos y demás bichitos. Después de esta reorganización, los grupos relevantes ya no eran los mismos: el hijo de un hombre muy rico podía morir sencillamente porque la pobrísima niñera era portadora de fiebre tifoidea. Como consecuencia, surgió un nuevo tipo de solidaridad. Mientras la sociedad sólo se componía de clases, los higienistas no sabían cómo volverse indispensables. Nadie seguía sus consejos, sus soluciones no se aplicaban. Tan pronto los grupos recién formados se vieron amenazados por el enemigo recién inventado, surgió un interés común, el anhelo por las soluciones de los biólogos; los higienistas, aliados con los micro-biólogos, se situaron en el centro de todas las normativas. Vacunas, filtros antisépticos, *know- how*, que hasta entonces habían estado confinados en unos cuantos laboratorios, se diseminaron por todos los hogares.

d) Cuarta táctica: hacer invisible el rodeo

La tercera táctica también tiene sus defectos. Mientras un grupo (incluso ya inventado) sea capaz de detectar una brecha entre sus objetivos (incluso desplazados) y los de los grupos reclutadores, el margen de negociación de estos últimos estará muy restringido. Las personas todavía pueden *ver* la diferencia entre lo que querían y lo que tienen; y pueden seguir sintiéndose estafados. Por lo tanto, se hace necesario un cuarto movimiento que convierta al rodeo en un desvío progresivo, de manera que el grupo enrolado aún piense que está yendo a lo largo de una línea *continua* sin abandonar en ningún momento sus propios intereses.

En el capítulo 1 estudiamos un desvío similar. Los directores de una gran empresa iban tras nuevos automóviles, más eficientes. Su equipo de investigación los había convencido de que los automóviles eléctricos con células de combustible eran la clave del futuro. He aquí la primera traducción: «automóviles más eficientes» igual a «células de combustible». Pero como no se sabía nada sobre células de combustible, el director de la investigación los persuadió de que el enigma crucial a abordar era el comportamiento de los electrodos en la catálisis.[12] Esto conllevaba la segunda traducción. El problema, les dijeron más tarde los ingenieros, es que el electrodo es tan complejo que deberían estudiar un único poro de un único electrodo. La tercera traducción ahora reza: «estudio de la catálisis» = «estudio de un poro» (véase capítulo 1, enunciado 8). Pero, como la serie de traducciones es una relación *transitiva*, la versión final sostenida por la junta directiva era: «automóviles nuevos y eficientes» = «investigación del modelo de un poro». No importa lo lejano que pueda parecer el desvío, pues ya no se considera como un rodeo. Por el contrario, se ha transformado en el único camino *directo* para llegar al automóvil. ¡Los intereses de la junta directiva han tenido que pasar por este único poro como el camello a través del ojo de la aguja!

Por dar otro ejemplo, en 1871, un columnista francés argumentaba, después de la guerra franco-prusiana, que la derrota de los franceses se debía al mejor estado de salud de los soldados alemanes. Esta es la primera traducción, que ofrece una nueva versión del desastre militar.

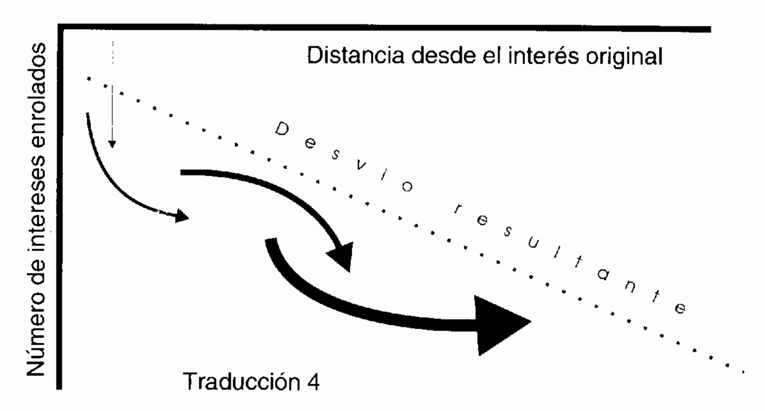


Figura 3.2

Luego prosigue sosteniendo que su mejor estado de salud se debía a la superioridad alemana *en el campo de la ciencia*. La segunda traducción expone una nueva interpretación de la utilidad de la ciencia básica. Explicaba después que la ciencia era superior en Alemania porque estaba mejor provista de fondos. Tercera traducción. Más adelante refiere al lector que la Asamblea Francesa estaba, en ese momento, retirando los fondos a la ciencia básica. Lo cual proporciona un cuarto desplazamiento: jamás será posible una revancha si no tenemos dinero, ya que no existe ciencia sin dinero, soldados sanos sin ciencia, ni venganza sin soldados. Finalmente, sugiere al lector lo que debe hacer: escriba a su representante para que cambie su voto. Todos esos leves desplazamientos anidan fluidamente, uno dentro de otro, de forma que el mismo lector que estaba dispuesto a tomar su fusil y marchar sobre la frontera alsaciana para combatir a los alemanes, se encuentra ahora escribiendo una indignada carta a su representante, *con la misma energía*, y *sin* evadirse de su objetivo.

Estará claro ahora por qué empleé la palabra *traducción*. Además de su significado lingüístico (que relaciona versiones en una lengua a versiones en otra) posee también un significado geométrico (que se traslada de un lugar a otro).* Traducción de intereses significa, a su vez, ofrecer nuevas interpretaciones de esos intereses y canalizar a las personas en distintas direcciones. «Tomarse la revancha» llega a significar «escriba una carta»; «construir un nuevo automóvil» significa en realidad «estudiar un poro de un electrodo». El resultado de dichas interpretaciones es un lento movimiento de un sitio a otro. La principal ventaja de una movilización tan lenta es que ciertas cuestiones particulares (como la del presupuesto científico o la del modelo de un poro) están ahora *firmemente enlazadas* a otras mucho más amplias (la supervivencia del país y el futuro de los automóviles), tan bien enlazadas, que amenazar la primera

* En inglés, *translation* significa tanto «traducción» como «traslación» o «traslado».

equivale a amenazar la última. Urdida con sutileza y cuidadosamente montada, esta trama tan fina puede ser muy útil para mantener a los grupos dentro de sus trampas.

e) Quinta táctica: ganar los juicios de atribución

Todos los movimientos anteriores aumentan enormemente el espacio de maniobra del rival, sobre todo el último, que disuelve la noción de interés explícito. Ya no es posible decir quién está enrolado y quién enrola, quién se aparta de su camino y quién no. Pero este éxito acarrea sus propios problemas. ¿Cómo podemos decidir quién hizo el trabajo, o, en verdad, cómo pueden los constructores de hechos determinar si los hechos finalmente construidos son *suyos*? Desde el principio nos encontramos con este problema: el motor de Diesel, la vacuna de Pasteur o el giroscopio de Sperry. El proceso de enrolamiento, por más hábil que haya sido, puede arruinarse por completo si otros se quedan con todo el mérito. Y a la inversa, simplemente resolviendo este problema pueden obtenerse enormes ganancias, incluso si el proceso de enrolamiento ha estado mal dirigido.

Después de haber leído un famoso trabajo de Pasteur sobre la fermentación, un cirujano inglés, Lister, «tuvo la idea» de que las infecciones de las heridas (que mataban a la mayoría, por no decir a todos sus pacientes) podrían ser similares a la fermentación.[13] Imitando la manipulación de Pasteur del vino fermentado, Lister imaginó que matando los gérmenes en las heridas y dejando pasar el oxígeno a través del vendaje, la infección se detendría y la herida cicatrizaría limpiamente. Después de muchos años de experimentación, inventó la asepsis y la antisepsis. ¡Un momento! ¿Las inventó él? Comienza una nueva discusión. No, no lo hizo; muchos cirujanos ya habían tenido antes la idea de vincular infección y fermentación, y de dejar pasar aire a través del vendaje; muchos colegas trabajaron con y contra él durante años antes de que la asepsia se convirtiera en una caja negra de rutina en todas las salas de cirugía. Además, en muchas conferencias Lister *atribuía* graciosamente sus ideas originales al informe de Pasteur. Por lo tanto, en cierto sentido «simplemente desarrolló» lo que estaba en germen, por así decirlo, en la invención de Pasteur. Pero Pasteur nunca convirtió la asepsis y antisepsis en prácticas quirúrgicas factibles; Lister sí. Así pues, en otro sentido, Lister lo hizo todo. Los historiadores, en igual medida que los actores mismos, se complacen decidiendo quién influyó a quién, quién tuvo sólo una contribución marginal, y quién hizo la aportación más significativa. Con cada nuevo testimonio, alguna otra persona o algún otro grupo se atribuye el mérito de una parte o de la totalidad del avance.

Para no confundirnos, debemos distinguir el reclutamiento de aliados, con el objeto de construir colectivamente un hecho o una máquina, de las *atribuciones de responsabilidad* a aquéllos que hicieron la mayor parte del trabajo. Por definición, y de acuerdo con nuestro primer principio, puesto que la construcción de hechos es colectiva, cada uno es tan necesario como cualquier otro. Sin embargo es posible, a pesar de esta necesidad, lograr que todos acepten unas pocas personas, o incluso una sola, como la causa principal de su trabajo colectivo. Pasteur, por ejemplo, no sólo reclutó numerosas fuentes de apoyo, sino que también procuró mantener a su laboratorio como el origen del movimiento general formado por multitud de científicos, funcionarios, ingenieros y empresas. Aunque tenía que aceptar sus puntos de vista y seguir sus pasos para poder extender su laboratorio, también debía luchar para que todos ellos aparecieran como simples «aplicadores» de sus ideas, que seguían sus directrices. Los dos movimientos deben diferenciarse cuidadosamente porque, aunque son complementarios para una estrategia de éxito conducen a direcciones

opuestas: el reclutamiento de aliados supone que vamos tan lejos como podamos y realizamos todos los compromisos posibles, mientras que la atribución de responsabilidad nos exige *limitar* el número de actores tanto como sea posible. La pregunta de saber quién sigue y quién es seguido, de ningún modo deberá formularse si el primer movimiento ha de tener éxito y, sin embargo, hay que plantearla para que el segundo movimiento pueda completarse. Aunque Diesel siguió a muchas de las personas que reclutó, traduciendo sus intereses comunes en una ambigua mezcolanza, al final tuvo que inducirles a que considerasen su ciencia como la guía *que ellos seguían*.

Llamaré **mecanismo primario** aquel que hace posible resolver el problema de enrolamiento y permite que la acción colectiva de muchas personas convierta «gérmenes» en realidades (en asepsia, giroscopios, GRF o motores diesel). A este mecanismo debe añadirse otro, un **mecanismo secundario**, que podría no tener relación alguna con el primero, y que es tan polémico y encarnizado como los demás.

Una metáfora militar nos ayudará a recordar este punto esencial. Cuando un historiador dicc que Napoleón *conduce* al Gran Ejército a través de Rusia, todos los lectores saben que Napoleón, con su propio cuerpo, no es lo bastante fuerte como para ganar, digamos, la batalla de Borodino.[14] Durante la batalla medio millón de personas toman iniciativas, confunden los mandatos, ignoran las órdenes, desertan, o agonizan valerosamente. Este gigantesco mecanismo es mucho más grande de lo que Napoleón puede manejar, o incluso divisar desde lo alto de una colina. No obstante, después de la batalla, sus soldados, el zar, Kutuzov, que dirige el ejército ruso, el pueblo de París, los historiadores, atribuyen a él, y sólo a él, la responsabilidad dc la victoria, que en este caso resultó ser más tarde una dcrrota. Todos estarán de acuerdo en que puede haber *alguna* rclación entre lo que Napoleón hizo durante la batalla y lo que cientos de miles de otras personas hicieron, pero también estarán de acuerdo en que estas relaciones no pueden obtenerse mediante la frase «Napoleón ganó porque él tenía el poder y los demás obedecían». Sucede exactamente lo mismo en las relaciones entre el grupo de científicos y los otros millones de personas. Sus complicadas e impredecibles relaciones no puedcn explicarse por una simple orden de mando que iría de la ciencia básica al resto de la sociedad, vía ciencia y desarrollo aplicados.

Otras personas decidirán que Diesel era un mero precursor, o que Pasteur efectuó todo el trabajo básico sobre la asepsia, o que Sperry sólo tuvo una influencia marginal en la brújula giroscópica. Aún cuando todas estas cuestiones son abordadas, más tarde, por los historiadores, su invcstigación *añade* un importante testimonio pericial a los juicios, pero no *acaba* con los juicios y no se pone en el lugar de la corte. En la práctica, no obstante, las personas hacen que unas versiones sean más creíbles que otras. Pueden aceptar, finalmente, que Diesel «tuvo la idea» de su motor, que Lister «inventó» la asepsis con ayuda de los informes de Pasteur, o que Napoleón «condujo» el Gran Ejército. Por una razón quc resultará más clara en la parte C, esta distribución secundaria de banderas y medallas nunca debe confundirse con el proceso primario.

5. QUINTA TRADUCCIÓN: VOLVERSE INDISPENSABLE

Mediante esas cinco tácticas, los contendientes tienen ahora un amplio margen de acción en sus intentos de interesar a la gente por el resultado de sus afirmaciones. Con astucia y paciencia, tendría que ser posible ver a todos contribuyendo a la difusión de una afirmación en el espacio y el tiempo (la cual se convertirá, entonces, en una caja negra de rutina en manos de todos). Si se alcanzara ese punto, entonces

ya no sería necesaria ninguna otra estrategia: los rivales se habrían vuelto sencillamente *indispensables*. No tendrían que complacer los intereses de los demás (primera traducción), ni convencerles de que sus caminos usuales están obstruidos (segunda traducción), ni seducirles mediante un pequeño rodeo (tercera traducción); ya ni siquiera será preciso inventar nuevos grupos y nuevos objetivos, ni provocar de manera subrepticia un desvío de los intereses, o librar encarnizadas batallas por la atribución de responsabilidades. Los rivales, simplemente, se instalarían en un determinado lugar, y los demás afluirían hacia ellos sin esfuerzo, tomando prestadas sus afirmaciones, comprando sus productos, participando de buena gana en la construcción y difusión de cajas negras. La gente sencillamente correría a comprar las cámaras Eastman Kodak, se precipitaría a conseguir las inyecciones de Pasteur, a probar los nuevos motores de Diesel, a instalar nuevas brújulas giroscópicas, a creer las afirmaciones dc Schally sin sombra de duda y a reconocer, como es debido, los derechos de propiedad de Eastman, Pasteur, Diesel, Sperry y Schally.

El dilema del constructor de hechos no sería emparchado de forma precaria. Se resolvería por completo. No se necesitaría negociación alguna, ningún desplazamiento, pues *los demás darían los pasos*, efectuarían las demandas, los compromisos y las negociaciones. Son ellos los que se apartarían de su camino. Las figuras 3.1 y 3.2 ilustran las cuatro traducciones. Todas ellas conducen a la quinta traducción, que literalmente las resume. El sentido geométrico de la palabra traducción significa que cualquier cosa que hagas, y vayas donde vayas, *tienes* que atravesar la posición de los rivales y ayudarles a promover sus intereses. En el sentido lingüístico de la palabra traducción, una versión traduce a todas las demás, adquiriendo una especie de hegemonía: sea lo que sea lo que quieres, también quieres esto. El diagrama deja claro que, del primero al último, los contendientes han pasado de la más extrema debilidad a la mayor fortalcza (la que induce a todos los demás a scguirles).

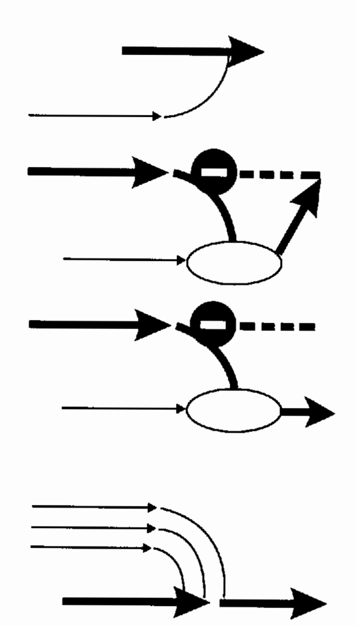


Figura 3.3

¿Es factible esta estrategia? Si seguimos los pasos de científicos e ingenieros veremos que es práctica habitual, pero que, para tener éxito, hay que introducir nuevos aliados y la mayoría de ellos no son de carne y hueso.

B. MANTENER A RAYA LOS GRUPOS INTERESADOS

En la introducción de este capítulo vimos que se necesitan dos cosas para construir una caja negra: en primer lugar, es preciso *enrolar* a los demás para que crean en ella, la compren y la difundan en el tiempo y el espacio; en segundo término, es necesario *controlarlos* para que lo que adoptan y difunden siga siendo, más o menos, lo mismo. Si la gente no está interesada, o si convierten la afirmación en algo completamente distinto, la difusión del hecho o de la máquina en el tiempo y el espacio no tendrá lugar. Algunos juguetean con una idea durante unos pocos días, pero ésta pronto desaparece y es reemplazada por otra. Proyectos que despiertan entusiasmo se devuelven muy pronto a un cajón. Teorías que habían comenzado a infectar el mundo retroceden, convirtiéndose en la *idée fixe* de algún lunático en un asilo. Incluso los colegas que decían estar «firmemente» convencidos por una demostración de laboratorio pueden cambiar de opinión un mes más tarde. Hechos establecidos se transforman rápidamente en artefactos, y la gente, confundida, pregunta, «¿cómo es posible que hayamos creído semejante absurdo?» Industrias bien asentadas, que parecía que durarían para siempre, de repente se vuelven obsoletas y caen, desplazadas por otras nuevas. Los disidentes que interrumpen la difusión de cualquier hecho o artefacto proliferan.

En la parte A hemos visto cómo hacer la mitad del trabajo, es decir, cómo interesar a los demás. Ahora tenemos que abordar la otra mitad: cómo conseguir que su comportamiento sea predecible. Esta es una tarea mucho más difícil.

1. UNA CADENA ES TAN FUERTE COMO EL MÁS DÉBIL DE SUS ESLABONES

Evaluemos primero la dificultad de la tarea. Cuando Diesel logró interesar a MAN en su proyecto de un motor perfecto, recibió dinero, talleres y ayudantes, y fue subvencionado durante algún tiempo. Su problema era mantener unidos los elementos que introducía en el contrato: la termodinámica de Carnot, el principio de ignición a temperatura constante, y sus propios puntos de vista sobre el futuro mercado. Al principio, estos elementos están simplemente *ensamblados* en un lugar de Augsburgo. ¿Qué es lo que conseguiría enlazarlos entre sí más firmemente? Un prototipo en funcionamiento que pudiera ser usado más adelante como *una pieza única* de equipo estándar en otros emplazamientos, un submarino o un camión, por ejemplo. ¿Qué pasará si Diesel no puede sujetar todos esos elementos a la vez? La respuesta es sencilla: se *dispersarán* tan fácilmente como han sido reunidos. Cada uno de los elementos irá por su lado: MAN seguirá construyendo motores de vapor, los ayudantes serán trasladados a otros trabajos, el dinero fluirá hacia cualquier otra parte, la termodinámica de Carnot quedará como una pieza críptica de la física básica, la ignición a temperatura constante será recordada como un callejón tecnológico sin salida, y Diesel mismo se ocupará de otras tareas, dejando escasa huella en los libros de historia.

Por lo tanto, el número de intereses alistados es importante, pero dista de ser suficiente, porque puede haber faltado entretejerlos y ligarlos entre sí. Pasteur había logrado convencer a los criadores de ganado de que la única manera de solucionar la terrible plaga de ántrax era pasar por sus laboratorios en la Ecole Normale Supérieure de la Rue d'Ulm, en París. Pisándole los talones iban cientos de intereses, anidando unos dentro de otros, todos dispuestos a aceptar su breve atajo a través del microscopio, el cultivo artificial de microbios, y la vacuna prometida. Sin embargo, existe una considerable diferencia entre el interés por la cría de ganado en una granja, y observar cómo crecen los microbios en placas de Petri: la muchedumbre que comenzaba a reunirse podría dispersarse rápidamente. Después de unos pocos meses de esperanza, podrían marcharse decepcionados acusando, con rencor, a Pasteur de haberlos embaucado, al crear en su laboratorio artefactos de escasa relevancia para las granjas y el ganado. Pasteur se convertiría entonces en un mero precursor de la vacuna del ántrax, disminuyendo en igual medida su rol en la historia. Se necesita algo más para vincular, de forma duradera, los recursos dispersos y los intereses *invertidos.*

Eastman tuvo la brillante idea de inventar un nuevo grupo de personas de 6 a 96 años, dotado de afán por hacer fotografías. Este alistamiento dependía de una cámara de manejo sencillo, lo cual implicaba una cámara con película, y no las placas de vidrio utilizadas por entonces, caras, frágiles y engorrosas. ¿Pero qué sucedería si la película se aflojara tanto que las fotografías resultan borrosas? ¿Qué pasaría si en el revestimiento de la película se alzaran ampollas? No importa cuánta gente se sintiera atraída por la fotografía, no importa cuán importante fuera la Eastman Company, no importa lo interesada que pudiera estar la Eastman; los intereses asociados se dispersarían. Eastman, con su sueño de un mercado masivo, pasaría a ser uno de tantos precursores en la larga historia de la fotografía popular. Otros adoptarían sus patentes y, tal vez, hasta comprarían la empresa.

Se necesita algo más para que la yuxtaposición temporal de intereses se convierta en un todo duradero. Sin este «algo más», el ensamblaje de personas necesario para transformar una afirmación en una caja negra se comportará de manera impredecible: disentirán, la abrirán, harán chapuzas con ella; y, lo que es peor, perderán interés y la abandonarán por completo. Habría que conseguir que esta «peligrosa» conducta fuera imposible y, aún mejor, impensable.

Ya conocemos la respuesta, pues hemos estado hablando de ella a lo largo de tres capítulos: la única manera de mantener a raya los disidentes es vincular el destino de la afirmación a un ensamblaje formado por tantos elementos que resista todas las pruebas que pudieran destrozarla.

El primer prototipo montado por Diesel se parece mucho al GRF de Schally o a los desafortunados Rayos N de Blondlot: cada nueva prueba lo hace tambalear. Al principio, Diesel une el destino de su motor al de *cualquier* combustible, pensando que todos arderían a una presión muy alta. Esto, para él, es lo que hace a su motor tan versátil. Necesita una presión muy alta para obtener dicho resultado, con pistones, cilindros y válvulas lo bastante resistentes como para soportar más de 33 atmósferas. MAN le proporcionó excelentes máquinas herramientas y *know-how*, de manera que pronto fue posible obtener esa elevada presión. Pero, entonces, no sucedió nada. No todos los combustibles ardían. Ese aliado, que se suponía seguro y fiel, lo traicionó. Unicamente el queroseno ardía, y sólo de manera errática. ¿Cómo podía mantenerse a raya la ignición del queroseno? Diesel descubrió que dependía de una correcta mezcla de aire y combustible. Para mantener constante esta mezcla, tuvo que introducir el combustible y el aire en el cilindro a una presión muy alta. Pero para obtener dicho resultado, Diesel debió agregar poderosas bombas, válvulas robustas y muchas tuberías extra a su diseño original. Su motor podía funcionar, pero resultaba grande y caro.

¿Entonces, qué sucede? Diesel tiene que *modificar su sistema de alianzas*: alta presión, cualquier combustible e inyección estable conducen a motores de diversos tamaños que interesan a todo el mundo y se difunden por doquier. Pero esta serie de asociaciones se desmantela en el taller de Augsburgo tan pronto la ensayan. El motor ni siquiera mueve un pistón. Entonces se intenta una nueva serie de alianzas: alta presión, más querosenoe, más inyección de aire, lo cual significa un motor grande y costoso que funciona en vacío durante unos pocos segundos.

Puedo oír la objeción del lector: «¿pero es realmente necesario internarnos en todos estos detalles para comprender cómo hay que controlar a los demás?» Sí, porque sin esos pequeños detalles ¡*no se controla a los demás*! Al igual que el disidente del capítulo 2, presionan el nuevo diseño, y el conjunto se disgrega. Para resistir la disensión, es decir, para resistir pruebas de fuerza, Diesel tiene que inventar una bomba de inyección que mantenga juntos aire y queroseno, posibilite que la alta presión haga arder la mezcla, consiga que el motor funcione y mantenga a raya a MAN. Pero si el queroseno, el aire y MAN se mantienen a raya, no es éste el caso del vasto mercado anticipado por Diesel. Hay que renunciar a él. Andando a tientas en la oscuridad de su taller, Diesel tiene que escoger las alianzas. Debe decidir qué es lo que *más* desea mantener a raya. No existe en principio ningún motor que pueda aliarse con el aire, con cualquier combustible y con las necesidades de todos. *Alguien debe ceder su puesto*: un combustible, el queroseno, la inyección estable, los principios de Carnot, el mercado masivo, la capacidad de aguante de Diesel, la paciencia de MAN, los derechos de las patentes... Algo.

La misma elección tiene lugar en el laboratorio de Pasteur. ¿Existe algo que pueda usarse para conectar con los intereses de los granjeros antes de que se marchen, desdeñosos y despechados? Un diminuto bacilo en un medio de orina no servirá, aunque sea visible mediante el microscopio. Sólo tiene un interés marginal para las personas que se habían visto atraídas al laboratorio por la promesa de que pronto estarían de regreso en sus granjas, ordeñando vacas y esquilando ovejas más sanas. Si Pasteur utilizaba su bacilo para hacer bioquímica o taxonomía, decidiendo si era un animal o un liquen, serían otros, como los bioquímicos o los taxonomistas, los que se interesarían, pero no los granjeros. Cuando Pasteur demuestra que las ovejas inoculadas con cepas más antiguas del bacilo resisten la enfermedad, incluso si después se les inyectan cultivos virulentos, los bioquímicos y los taxonomistas sólo se interesan de manera casual, mientras que los granjeros se muestran muy interesados. En lugar de perder interés, lo ganan. Esta es una vacuna para prevenir la infección, algo muy relacionado con los problemas de las granjas. ¿Pero que ocurre si la vacuna funciona de manera caprichosa? Una vez más, el interés puede menguar y aparecer otra vez la decepción. Pasteur necesita entonces un método nuevo y fiable para que la producción de vacunas llegue a ser rutinaria, una caja negra que cualquier veterinario pueda inyectar. Sus colaboradores descubren que todo depende de la temperatura del cultivo: 44 C durante unos pocos días está muy bien, el cultivo madura y puede emplearse como vacuna; a 45 C el bacilo muere; a 41 C cambia de forma, esporula y resulta inútil como vacuna. Son estos pequeños detalles los que sujetan entre sí a los oscilantes intereses de los granjeros enrolados. Pasteur tiene que encontrar la manera de que *tanto* los granjeros como los bacilos actúen de forma predecible. Y tiene que seguir descubriendo nuevas maneras, al menos mientras desee vincular a estos granjeros con esos microbios. El menor cabo suelto en el artilugio,[15] y todos sus esfuerzos habrán sido en vano.

La captación de los intereses de la gente, y su traducción para conseguir que trabajen en la construcción de una caja negra, conduce, debo admitirlo, a menudencias. Pero si formamos una larga cadena, ésta sigue siendo todavía tan fuerte como el

más débil de sus eslabones, por más grandiosos que puedan ser algunos de sus elementos. Poco importa que Eastman haya movilizado a toda su empresa para captar el mercado amateur; poco importa que haya inventado una nueva cámara, una nueva película, un nuevo carrete, un nuevo retén para el nuevo muelle que sujeta los negativos; si el revestimiento de la película *se ampolla*, es el fin de toda la empresa. Hay un eslabón perdido en la larga cadena.[16] Un aliado insignificante falla. El cambio del papel al celuloide permite a Eastman eliminar las irritantes ampollas. Esta parte de la cámara, al menos, pasa a ser indiscutible. La cámara, ahora, circula de mano en mano como un *único objeto*, y puede comenzar a interesar a la gente a la que se había querido interesar al diseñarla. La atención se desplaza a otro eslabón perdido, a las nuevas máquinas que hay que inventar para fabricar largas tiras de celuloide. Para mantenerlas a raya, hay que buscar y reunir, a su vez, otros aliados, y así sucesivamente.

2. VINCULARSE CON NUEVOS ALIADOS INESPERADOS

Ahora comenzamos a comprender que no existe manera alguna de unir entre sí a los grupos interesados (movilizados en la parte A) si no se los vincula a otros elementos: pistón, aire, queroseno, medio de orina, microbios, carrete, revestimiento, celuloide, etc. Pero vemos también que no es posible unir cualquier elemento con otro al azar. Hay que hacer elecciones. La decisión de Diesel de dar prioridad a la inyección de aire significa que hay que renunciar a muchos compradores potenciales, y que los principios de Carnot pueden no ser así tan fácilmente aplicables. La búsqueda de Pasteur de un nuevo medio para su vacuna acarrea el abandono de otros intereses en la bioquímica y la taxonomía. Eastman puede captar a los aficionados con su nueva cámara Kodak, pero deja de lado a los semiprofesionales que hacen sus propias placas y revelados, y sería mejor que el nuevo revestimiento de la película no se ampollara. Como en *El príncipe* de Maquiavelo, la progresiva construcción de un imperio consiste en una serie de decisiones acerca de las alianzas: ¿con quién puedo colaborar? ¿a quién debo dar por perdido? ¿cómo puedo conseguir que éste me sea fiel? ¿es aquel otro de fiar? ¿es este un portavoz creíble? Pero lo que no se le ocurrió a Maquiavelo fue que estas alianzas pudieran atravesar la frontera entre los seres humanos y las «cosas». Cada vez que se abandona un aliado, es necesario reclutar sustitutos; cada vez que un eslabón fuerte rompe una alianza que sería útil, deben introducirse nuevos elementos para suplirlo y hacer uso de los elementos desmantelados. Estas «maquiavélicas» estrategias son más evidentes cuando observamos a los científicos e ingenieros. Preferiblemente llamamos «científicos» e «ingenieros» a aquellos lo bastante sutiles como para incluir, en el mismo repertorio de maniobras, recursos humanos y no humanos, aumentando así su margen de negociación.

Consideremos, por ejemplo, la Bell Company.[17] Las líneas telefónicas, en sus primeros tiempos, podían transmitir la voz sólo unos pocos kilómetros. Más allá de ese límite, la voz resultaba confusa, llena de descargas eléctricas, inaudible. El mensaje se alteraba y no se transmitía. «Elevando» las señales cada 13 kilómetros, la distancia aumentaría. En 1910 se inventaron repetidores mecánicos para retransmitir el mensaje, pero estos repetidores, costosos y poco fiables, podían instalarse sólo en unas pocas líneas. La Bell Company podía expandirse, pero no muy lejos, y no a través del desierto o de las grandes planicies de los Estados Unidos, donde medraban todo tipo de pequeñas compañías en medio de un completo caos. Ma Bell, como la apodaron los estadounidenses, se ocupaba en efecto de conectar a la gente entre

sí, pero con el repetidor mecánico mucha gente que hubiera querido pasar por su red no podía hacerlo. Una exhibición en San Francisco, en 1913, proporcionó a Bell un desafío. ¿Qué pasaría si pudiéramos conectar la costa oeste y la este con una única línea telefónica? ¿Pueden imaginarlo? ¿Una línea transcontinental que una a todos los Estados Unidos y ofrezca a Bell el indispensable intermediario de cien millones de personas, eliminando todas las pequeñas compañías? Qué pena, es imposible, debido al costo del viejo repetidor. El proyecto se derrumba, convirtiéndose en un sueño. Nada de línea transcontinental por el momento. Mejor envíe sus mensajes por correo.

Jewett, uno de los directores de la Bell, busca posibles colaboraciones que ayuden a la compañía a salir del apuro. Recuerda que ha sido alumno de Millikan, cuando éste era un joven catedrático. Ahora físico famoso, Millikan trabaja sobre el electrón, un nuevo objeto, por este entonces, que se desarrolla lentamente en su laboratorio, como todos los que hemos visto en el capítulo 2. Una de las características del electrón es que no posee inercia. Jewett, también doctor en física, está dispuesto a dar un pequeño rodeo. Algo que no tiene inercia pierde muy poca energía. ¿Porqué no consultar a Millikan sobre la posibilidad de un nuevo repetidor? El laboratorio de Millikan no tiene nada que ofrecer todavía. Nada listo para la venta. Ninguna caja negra que repita mensajes a larga distancia de forma barata y segura. Lo que Millikan sí puede hacer, sin embargo, es facilitar a Jewett algunos de sus mejores estudiantes, a quienes Bell ofrece un laboratorio bien equipado. En este punto, la física de Millikan se conecta en parte con el destino de Bell, el cual se vincula con el desafío de la feria de San Francisco, de acuerdo con una cadena de traducciones como las que estudiamos anteriormente. A través de una serie de ligeros desplazamientos, los electrones, Bell, Millikan y la línea transcontinental se encuentran más cerca que antes. Pero se trata todavía de una simple yuxtaposición. Los directivos de la Bell Company podrían darse cuenta de que la física básica es buena para los físicos pero no para los hombres de negocios; los electrones podrían negarse a saltar de un electrodo de los nuevos triodos al siguiente cuando la tensión se eleve demasiado, y llenar el vacío con una nube azulada; la junta directiva podría dejar de tener la urgencia de una línea transcontinental.

Esta mera yuxtaposición se transforma cuando Arnold, uno de los físicos reclutados, modifica un triodo patentado por otro inventor. En un vacío muy grande, incluso a una tensión muy elevada, la más ligera vibración en un extremo dispara una intensa vibración en el otro. Se crea entonces un nuevo objeto, mediante nuevas pruebas en el nuevo laboratorio instalado: electrones que amplían enormemente las señales. Este nuevo repetidor electrónico pronto se transforma en una caja negra por el trabajo colectivo de Ma Bell, y se incorpora como una pieza rutinaria del equipo, en seis emplazamientos, a lo largo de 5500 kilómetros de cable tendido a través del continente. En 1914, la línea transcontinental, imposible con el antiguo repetidor, se hizo realidad. Alexander Bell telefonea a Mr.Watson, que ya no está en el piso de abajo, sino a miles de kilómetros. La Bell Company puede ahora extenderse por todo el continente: consumidores que nunca habían tenido el menor interés en telefonear a la otra costa, ahora lo hacen como algo habitual, pasando por la red de Bell y contribuyendo a su expansión (como se dijo en la quinta traducción anterior). Pero también los límites de la física se han transformado, y de unos pocos laboratorios universitarios modestamente equipados, se ha pasado a numerosos y bien dotados laboratorios industriales; a partir de ahora, muchos estudiantes podrían seguir la carrera de física industrial. ¿Y Millikan? El también ha cambiado, puesto que muchos de los efectos creados por primera vez en su laboratorio, ahora se utilizan de forma rutinaria, a lo largo de las líneas telefónicas, que se diseminan por doquier, proporcionando a su laboratorio una fantástica expansión. También hay algo más que ha cambiado. Los electrones. La lista de acciones que definían su existencia ha aumentado drásticamente cuando todos esos laboratorios los sometieron a nuevas e inesperadas pruebas. Se ha forzado a los domesticados electrones a interpretar un papel en la intrincada alianza que permite a la Bell Company vencer a sus rivales. Al final, cada actor en esta pequeña historia se ha proyectado fuera de su camino habitual convirtiéndose en algo diferente, debido a las nuevas alianzas en las que se ha visto obligado a participar.

Nosotros, los profanos, muy alejados de la práctica científica y de la lenta construcción de artefactos, no tenemos ni idea de la versatilidad de las alianzas que los científicos están dispuestos a hacer. Mantenemos fronteras primorosamente delimitadas, que excluyen elementos «irrelevantes»: los electrones no tienen nada que ver con los grandes negocios; los microbios de los laboratorios no tienen ninguna relación con las granjas y el ganado; la termodinámica de Carnot está infinitamente lejos de los submarinos. Y tenemos razón. Hay, en principio, una vasta distancia entre esos elementos. Inicialmente son en verdad irrelevantes. Pero la «relevancia», como cualquier otra cosa, puede *fabricarse.* ¿Cómo? Mediante la serie de traducciones que he esbozado. Cuando Jewett va por primera vez a buscar a Millikan, los electrones son demasiado endebles como para tener alguna conexión fácil con Ma Bell. Al final, dentro del triodo rediseñado por Arnold, transmiten con fidelidad la orden de Alexander Bell a Mr.Watson. Las compañías más pequeñas pueden haber pensado que Ma Bell nunca las derrotaría, ya que era imposible construir una línea transcontinental. Así era cuando *no se contaba* con los electrones. Mediante el añadido de los electrones, de Millikan y sus estudiantes, y de un nuevo laboratorio a su lista de aliados, Ma Bell modifica la relación de fuerzas. Allí donde era débil, en las largas distancias, es ahora más fuerte que nadie.

Siempre pensamos que es importante decidir la *naturaleza de las alianzas*: ¿se trata de elementos humanos o no humanos? ¿ técnicos o científicos? ¿objetivos o subjetivos? Mientras que la única pregunta que realmente importa es la siguiente: *¿es esta nueva asociación más débil o más fuerte que aquella*? La ciencia veterinaria no tenía la más mínima relación con la biología que se hacía en los laboratorios cuando Pasteur inició su estudio. Lo cual no significa que esa conexión no pudiera efectuarse. Mediante el establecimiento de una larga lista de aliados, los minúsculos bacilos, atenuados por el cultivo, adquieren una repentina vinculación con los intereses de los granjeros. Esto es, en realidad, lo que invierte definitivamente el equilibrio del poder. Los veterinarios, con toda su ciencia, tienen que pasar ahora por el laboratorio de Pasteur y adoptar su vacuna como una indiscutible caja negra. Pasteur se ha vuelto indispensable. El cumplimiento de las estrategias presentadas en la parte A depende por completo de los nuevos e inesperados aliados a los que se ha *transformado en relevantes*.

La consecuencia de estos atrevidos movimientos que enrolan a actores recientemente creados (microbios, electrones) en nuestros asuntos humanos es que no hay forma de contrarrestarlos si no se abordan esos «detalles técnicos». Al igual que la carrera de pruebas descrita en el capítulo 1, una vez que se ha comenzado no hay manera de evitar el meollo del asunto, pues es lo que marca la diferencia. Al no poder darse el lujo de construir onerosos laboratorios, para así intentar retrotraer a la física y los electrones a su propio campo, las pequeñas compañías enfrentadas a Bell no pudieron resistir. Los laboratorios estudiados en el capítulo 2 ocupan ahora el centro de esas estrategias mediante las cuales se moviliza a nuevos actores que constituyen una vasta reserva de fuerzas. Los portavoces que pueden hablar en nombre de esos nuevos e invisibles actores son ahora las piezas clave sobre las que descansa el

equilibrio del poder: una nueva característica de los electrones, un grado más de temperatura en el medio de cultivo, y todo el ensamblaje se derrumba o queda definitivamente arrinconado.

Los recónditos detalles de una oscura ciencia pueden convertirse en campo de batalla, de la misma manera que una modesta aldes, hasta hoy, se convirtió en escenario de la batalla de Waterloo. En Edimburgo, por ejemplo, a comienzos del s. XIX, la ascendente clase media se sentía irritada por la superioridad social de la clase alta.[18].. Aplicando la anterior estrategia, fueron en busca de aliados inesperados para invertir la situación. Adoptaron un movimiento de la ciencia del cerebro, llamado frenología, que permitía a cualquiera descifrar las cualidades de las personas, mediante la detenida consideración de las protuberancias de su cráneo y la forma de su rostro. El uso de las características craneales amenazó con trastocar por entero la estructura de clases, exactamente como lo hicieron los higienistas con los microbios, tal como hemos visto. Para evaluar la calidad moral de una persona ya no había que preguntar: ¿quiénes son sus padres? ¿cuál es la antigüedad de su linaje? ¿Cuán vastas son sus propiedades? Sino únicamente: ¿posee este cráneo la forma que indica virtud y honestidad? Al aliarse con la frenología, la clase media pudo cambiar su posición respecto a la clase alta, la cual al principio no se interesaba por la ciencia del cerebro, resituándose en nuevos grupos relevantes. Para combatir a los científicos del cerebro, se tuvo que alistar a *otros* científicos del cerebro, con anzuelo, sedal y plomada. Comenzó así una controversia, no acerca de las clases sociales, sino sobre la neurología. A medida que la controversia se iba caldeando, la discusión se trasladaba *al interior* de la ciencia del cerebro; en realidad, se desplazaba literalmente *al interior* del cerebro. Se imprimieron mapas cerebrales, se abrieron cráneos y se efectuaron disecciones, para decidir si la estructura interna del cerebro podría predecirse a partir de la forma externa del cráneo, como sostenían los frenólogos. Al igual que los disidentes del capítulo 2, científicos del cerebro recientemente reclutados pusieron a prueba las conexiones establecidas por los frenólogos. Cuanto más experimentaban, más se adentraban en lo profundo del cerebro, fatigando sus ojos para discernir si el cerebelo, por ejemplo, se vinculaba al resto del cuerpo desde su parte superior o inferior. Moviéndose lentamente a través de las múltiples traducciones, los rivales acabaron en el cerebelo, e hicieron eso porque este último demostró ser el eslabón débil.

3. MAQUINACIONES DE FUERZAS

Es posible, por lo tanto, mantener a raya a los grupos interesados, ya que, moviéndose a través de una serie de traducciones, terminan siendo atrapados por completo por un elemento nuevo, tan firmemente amarrado que nada puede separarlo. Sin comprender exactamente cómo sucedió todo eso, la gente empezó a hacer llamadas intercontinentales, a tomar fotografías, a vacunar a sus gatos y a sus niños, y a creer en la frenología. El dilema del constructor de hechos queda así resuelto, ya que toda esa gente contribuye gustosamente a la posterior expansión de todas estas cajas negras. Surge, no obstante, un problema nuevo y más profundo, causado por el mismo éxito de las tramas discutidas más arriba. Estos nuevos e inesperados aliados, introducidos para mantener a raya los primeros grupos, *¿cómo pueden*, a su vez, *mantenerse a raya*? ¿No serán ellos otra yuxtaposición provisional de colaboradores propensos a desbandarse? ¿No es probable que el matraz de la vacuna de Pasteur se arruine? ¿Qué es lo que impide que los nuevos prototipos de triodos se desconecten después de unas pocas horas? ¿Qué pasa si el cerebelo resulta ser un amasijo de tejido cerebral? Con respecto al motor diesel, sabemos cuán poco fiable es; debe ser depurado por un período más largo que el ordenador *Eagle*. ¿Cómo convertir estos desordenados ensamblajes en un todo firmemente aglutinado, capaz de vincular entre sí, de forma duradera, a los grupos enrolados? Maquiavelo sabía perfectamente bien que las alianzas que unen ciudades y coronas son cambiantes e inciertas. Pero estamos considerando alianzas entre cerebros, microbios, electrones y combustibles, muchísimo más cambiantes e inciertas que las que se necesitan para enlazar ciudades y coronas. Si no hay manera de conseguir que los nuevos aliados sean más fiables que los anteriores, entonces toda la empresa se arruina, y las afirmaciones se retraerán a un único punto en el tiempo y el espacio.

Damos tan por sentada la respuesta, que ya no nos damos cuenta de su sencillez y originalidad. El medio más simple de transformar el yuxtapuesto conjunto de aliados en un todo que actúe como una unidad, consiste en vincular *entre* sí las fuerzas reunidas, es decir, construir una **máquina**. Una máquina, como su nombre indica, es, ante todo, una maquinación, una estratagema, una especie de artimaña, donde se mantiene en jaque a las fuerzas tomadas prestadas, de manera que ninguna pueda separarse del grupo. Esto hace a la máquina diferente de la herramienta, que es un elemento único sostenido *directamente* por la mano de un hombre o una mujer.[19] ¡Utiles como son las herramientas, jamás convierten al Sr. o la Sra. Fulano en el Sr. o la Sra. Gentío. El truco consiste en romper el vínculo que cada herramienta tiene con cada persona, y en su lugar unirlas unas a otras. El mortero es una herramienta en manos de una mujer; con ella es más fuerte que con sus manos desnudas, ya que ahora es capaz de triturar cereales, por ejemplo. Sin embargo, si unimos la piedra de moler a un marco de madera, y este marco se une a su vez a las aspas de un molino que aprovecha el viento, entonces es una máquina, un molino de viento, que pone en manos del molinero un ensamblaje de fuerzas que ningún ser humano podría igualar.

Es esencial destacar que las habilidades requeridas para ir desde el mortero al molino de viento son exactamente *simétricas* a las que vimos en la parte A. ¿Cómo puede tomarse prestado el viento? ¿Qué se puede hacer para que fructifique en granos y pan? ¿Cómo puede traducirse su fuerza de forma que, haga lo que haga, el grano resulte infaliblemente molido? Sí, también podemos emplear las palabras traducción e interés, ya que no es más difícil interesar a un grupo en la fabricación de una vacuna que interesar al viento en la fabricación de pan. En ambos casos, hay que llevar a cabo complicadas y continuas negociaciones con el objeto de que las alianzas provisionales no se destruyan.

Por ejemplo, el ensamblaje formado por los grupos de granjeros puede, como demostré, perder su interés. ¿Y el viento, qué puede hacer? Sencillamente arrasar el frágil molino, destrozando sus aspas. ¿Qué debe hacer el mecánico para sujetar al viento en su sistema de alianzas, a pesar de la forma en que cambia de dirección y fuerza? Tiene que negociar. Debe adaptar una máquina que pueda permanecer abierta al viento y no obstante ser inmune a sus dañinos efectos. El truco consiste en eliminar la asociación entre el mecanismo de las aspas y la torre sobre la que se ha construído el molino. La parte superior del molino ahora gira. Por supuesto, hay que pagar un precio, ya que entonces se necesitan más cigüeñales y un complicado sistema de engranajes, pero el viento se ha transformado en un aliado de confianza. No importa lo que los vientos cambien, no importa lo que los vientos quieran; el molino de viento entero actuará como *una sola pieza*, resistiendo la disociación a pesar/a causa del creciente número de piezas de las que ahora se compone. ¿Qué sucede con la gente reunida alrededor del molinero? Ellos también están decididamente «interesados» en el molino. No importa lo que quieran, no importa lo hábiles que

hayan sido manejando el mortero, ahora tienen que pasar por el molino de viento. Por lo tanto ellos también son mantenidos a raya *en igual medida* que el viento.[20] Si el viento hubiera derribado el molino, entonces hubieran podido abandonar al molinero y seguir por su camino habitual. Ahora que la parte superior del molino gira, gracias a un complicado ensamblaje de tuercas y tornillos, ya no pueden competir con él. Se trata de una maquinación muy ingeniosa, ¿no es así?, y *a causa de ella* el molino se ha convertido en punto de paso obligado para la gente, el grano y el viento. Si hacer que los molinos giren no es suficiente, entonces podemos ilegalizar la molienda de grano en los hogares. Si la nueva ley no funciona de inmediato, usemos la moda o el gusto, cualquier cosa que *habitúe* a la gente al molino y les haga olvidar sus morteros. ¡Ya les anuncié que las alianzas eran «maquiavélicas»!

Sigue siendo difícil ver cómo esa profusión de fuerzas puede mantenerse a raya mediante maquinaciones relativamente simples tales como molinos. Un obstáculo parece obvio: el proceso de reclutar y mantener a los aliados implica una creciente complejidad de la máquina. Hasta el mejor mecánico encontrará difícil regularla (comprobar el viento, reparar las aspas, hacer que se cumpla la ley) de manera que todos los aliados queden contentos. Cuando se trata de máquinas más complicadas, es simplemente una cuestión de quién/qué falla primero.

Sería mejor si las fuerzas reunidas pudieran *supervisarse unas a otras*, desempeñando cada una el papel de mecánico para las demás; si esto fuera factible, entonces el mecánico podría retirarse y aún beneficiarse del trabajo colectivo de todos los elementos vinculados, cada uno conspirando con el otro para cumplir los objetivos del mecánico. ¡Lo cual significaría que, en la práctica, las fuerzas ensambladas *se moverían por sí mismas*! Esto en principio parece absurdo, ya que implicaría que elementos no humanos desempeñarían los roles de inspector, supervisor, verificador, analista e informador, con el objeto de mantener a raya el ensamblaje de fuerzas. Significaría una confusión de límites, la extensión de la red social a la naturaleza.

Estamos otra vez tan acostumbrados a aceptar la solución, que nos resulta difícil imaginar cuán originales fueron las estratagemas que generaron a los **autó**matas. Por ejemplo, en el primer motor de vapor de Newcomen, el pistón iba detrás del vapor en condensación, empujado por la presión atmosférica, que prestaba así su fuerza a la bomba que extraía el agua, que inundaba la mina de carbón, que hacía inútiles a los pozos...[21] Una larga serie de asociaciones, como las que discutimos en la parte A, vinculó el destino de las minas de carbón al peso de la atmósfera a través del motor de vapor. Lo importante aquí es que, cuando alcanzaba el extremo del cilindro, tenía que inyectarse un nuevo flujo de vapor a través de una válvula abierta por un operario, que luego la cerraba otra vez cuando el pistón llegaba al final de la carrera del émbolo. ¿Pero, por qué dejar la apertura y el cierre de la válvula en manos de un operario fatigado, mal pagado y poco fiable, cuando el pistón sube y baja y *se puede conseguir que informe* a la válvula cuándo tiene que abrirse y cerrarse? El mecánico que unió el pistón a la válvula mediante una leva transformó al pistón en su propio inspector (la realidad es que este era un chico perezoso y cansado). El pistón es más fiable que el chico pues está, vía la leva, *directamente interesado*, por así decirlo, en el correcto reglaje del flujo de vapor. Por cierto, está interesado de manera más directa que cualquier ser humano. Ha nacido un automatismo, el primero de una larga serie.

La habilidad del ingeniero reside en multiplicar los trucos que logran que cada elemento se interese por el funcionamiento de los demás. Estos elementos pueden escogerse libremente entre actores humanos o no humanos.[22] Por ejemplo, en la temprana industria inglesa del hilado de algodón, el operario estaba a tal punto sujeto a la máquina que cualquier fallo de atención producía, no una pequeña deficiencia en el producto que podía ocultarse, sino un gran desgarro, muy evidente, que acarreaba la pérdida de un jornal del trabajo a destajo. En este caso, es una parte de la máquina la que se utiliza para supervisar al trabajador. Un sistema de pago, la detección de errores, un operario, una máquina de hilado de algodón, se unieron entre sí con el objeto de transformar todo el artilugio en un autómata que funciona ininterrumpidamente. El ensamblaje de aliados desordenados y poco fiables se convirtió así, poco a poco, en algo muy parecido a un todo organizado. Cuando se obtiene semejante cohesión, tenemos al fin *una caja negra*.

Hasta ahora he empleado ese término demasiadas veces, y de forma laxa, para significar ya sea un objeto bien establecido, o un objeto no problemático. No he podido definirlo adecuadamente antes de que hubiéramos visto las maquinaciones finales que convierten una reunión de fuerzas en un todo que puede utilizarse para controlar el comportamiento de los grupos enrolados. Hasta que no se convierte en un autómata, la unión de elementos que el constructor de hechos quiere difundir en el tiempo y el espacio no es una caja negra. No *actúa como una unidad*. Puede ser disociada, desmantelada, renegociada, reapropiada. La cámara Kodak está formada de trozos y piezas, de madera, de acero, de revestimiento, de celuloide. Los semi-profesionales de la época abrían su cámara, hacían su propio revestimiento y revelado, y fabricaban su propio papel. El objeto es desmembrado cada vez que se hace una nueva fotografía, de manera que ya no es una unidad, sino un conjunto de recursos desconectados que los demás pueden saquear. Ahora, la nueva Kodak automática no puede abrirse sin que se averíe. Está hecha de muchas *más* partes y es utilizada por una red comercial mucho *más* compleja, pero actúa como una sola pieza. Para el usuario recientemente convencido se trata de un solo objeto, no importa cuántas piezas haya en él ni lo complejo que sea el sistema comercial de la Eastman Company. Por lo tanto no se trata sólo de una cuestión de número de aliados. Los números se unifican en un todo. Sin embargo, con el automatismo se logra que un gran número de elementos actúe como una unidad, y Eastman se beneficia de todo el ensamblaje. Cuando se consigue que muchos elementos actúen como una unidad, estamos ante lo que ahora llamaré caja negra.

Ya podemos entender porqué, desde el comienzo de este libro, no se ha hecho ninguna distinción entre lo que se llama hecho «científico» y lo que se denomina objeto o artefacto «técnico». Esta división, aunque tradicional y conveniente, evita de manera artificial la cuestión de cómo debe uno aliarse para resistir las controversias. El problema del constructor de «hechos» es el mismo que el del constructor de «objetos»: cómo convencer a los demás, cómo controlar su conducta, cómo reunir en un único lugar recursos suficientes, cómo difundir la afirmación o el objeto en el tiempo y el espacio. En ambos casos, son los demás los que tienen el poder de transformar la afirmación o el objeto en un todo duradero. En efecto, tal como vimos previamente (capítulo 2), cada vez que un hecho comienza a ser indiscutido, es retroalimentado a los demás laboratorios lo más rápido posible. Pero la única manera de que los nuevos hechos indiscutidos sean retroalimentados, la única forma de que un campo completamente estable de la ciencia sea movilizado a otros campos, es que se transforme en un autómata, una máquina, una pieza más de equipamiento de un laboratorio, otra caja negra. Técnicas y ciencias son en este punto el mismo fenómeno, que no me equivocaba al emplear el mismo término, caja negra, incluso en forma laxa, para designar su resultado.

Sin embargo, a pesar de esa imposibilidad de distinguir entre ciencia y técnica, es aún posible detectar, en el proceso de enrolamiento de aliados y de control de su conducta, dos *momentos* que permitirán al lector no alejarse del sentido común, al retener alguna diferencia entre «ciencia» y «tecnología». El primer momento

ocurre cuando se reclutan aliados nuevos e inesperados (y es más a menudo evidente en los laboratorios, en la literatura científica y técnica, en las discusiones acaloradas); el segundo momento sucede cuando se hace que todo los recursos reunidos actúen como un todo inseparable, lo cual es más frecuentemente observable en motores, máquinas y piezas de *hardware*. Esta es la única distinción que puede efectuarse entre «ciencia» y «técnica» si queremos seguir los pasos de científicos e ingenieros a medida que construyen sus sutiles y versátiles alianzas.

C. MODELO DE DIFUSIÓN VERSUS MODELO DE TRASLACIÓN

La tarea de los constructores de hechos está ahora claramente delimitada: existe un conjunto de estrategias para alistar e interesar a los actores humanos, y un segundo conjunto para alistar e interesar a los actores no humanos, con el objeto de que sostengan al primero. Cuando estas estrategias tienen éxito, el hecho construído se vuelve indispensable; es punto de paso obligado para todos si es que desean perseguir sus intereses. Unos pocos individuos sin apoyo que ocupaban posiciones débiles y escasas, terminan por dominar fortalezas. Todo el mundo toma alegremente en préstamo las afirmaciones o los prototipos de manos de los rivales con éxito. Como resultado, las afirmaciones se convierten en hechos bien establecidos, y los prototipos se transforman en piezas de equipamiento utilizadas rutinariamente. Se difunden en el tiempo y el espacio desde el momento en que la afirmación es creída por una persona más, el producto comprado por un cliente más, el argumento incorporado a otro artículo o libro de texto, la caja negra encapsulada en otro motor.

Si todo va bien, parece que las cajas negras se deslizan sin esfuerzo por el espacio a causa de su propio ímpetu, que resultan duraderas debido a su propia fuerza interna. Al final, si todo marcha realmente bien, parece que hubiera hechos y máquinas diseminados por mentes, fábricas y hogares, proceso que unos cuantos mentecatos retrasan en sólo un puñado de países remotos. El éxito en la construcción de cajas negras acarrea como extraña consecuencia, la generación de estos OVNIS: el «irreversible progreso de la ciencia», el «irresistible poder de la tecnología», ¡más misteriosos que platillos volantes flotando por el espacio sin necesidad de energía, y perdurando por siempre, sin envejecer ni decaer! ¿Es extraña esta consecuencia? No para nosotros, pues en cada capítulo hemos aprendido a reconocer la profunda brecha que separa a la ciencia elaborada de la ciencia en formación. Una vez más, nuestro viejo amigo Jano habla dos lenguajes a la vez: el lado derecho habla en términos de *traducciones* acerca de controversias aún no decididas, mientras que su cara izquierda habla de máquinas y hechos establecidos, con el lenguaje de la *difusión*. Si queremos beneficiarnos de nuestros viajes a través de los emplazamientos donde se construye la ciencia, es crucial que distingamos las dos voces.

1. VIS INERTIA...

En nuestros ejemplos observamos que la cadena de personas que toman prestadas las afirmaciones varía de vez en cuando, debido a los múltiples elementos con los que se vinculan las afirmaciones. Si la gente deseara abrir las cajas, renegociar los hechos, apropiárselos, masas de aliados formados en fila acudirían al rescate de las afirmaciones y forzarían a los disidentes a asentir; pero los aliados ni siquiera pensarán en discutir las afirmaciones, pues esto iría contra sus propios intereses, tan hábilmente traducidos por los nuevos objetos. La disensión se ha vuelto impensable. Al llegar a este punto, la gente ya no le hace nada más a los objetos, excepto difundirlos, reproducirlos, comprarlos, creerlos. El resultado de este continuo préstamo es que hay simplemente más copias del mismo objeto. Esto es lo que sucedió con la doble hélice después de 1952, con el *Eclipse MV/8000* después de 1982, con el motor de Diesel después de 1914, con el polonio de los Curie después de 1900, con la vacuna de Pasteur después de 1881, con el GRF de Guillemin después de 1982. Tanta gente los aceptó, que parecen fluir tan fácilmente como la voz de Alexander Bell a través de los miles de millas de la nueva línea transcontinental. ¡Aún cuando su voz es amplificada cada trece millas, completamente disgregada, y vuelta a recomponer por seis veces! También parece que todo el trabajo ya se ha terminado. Vomitados por unos cuantos centros y laboratorios, emergen nuevos objetos y creencias, flotando libremente a través de mentes y manos, poblando el mundo de réplicas de sí mismos.

Llamaré a esta descripción de hechos y máquinas en movimiento el **modelo de difusión**. Posee algunas extrañas características que, de ser tomadas en serio, convierten al argumento de este libro en algo excesivamente difícil de captar.

En primer lugar, parece que, como la gente accede de tan buen grado a transmitir el objeto, es el objeto mismo el que les induce a asentir. Podría pensarse entonces que la conducta de la gente es *debido* a la difusión de hechos y máquinas. Se olvida que es el comportamiento obediente de la gente lo que convierte las afirmaciones en hechos; también se olvidan las cuidadosas estrategias que otorgan al objeto los contornos que producirán el asentimiento. Pasando por encima de las múltiples estrategias maquiavélicas de este capítulo, el modelo de difusión inventa un determinismo técnico, en paralelo a un determinismo científico. El motor de Diesel brota por su propio impulso de la garganta del consumidor, introduciéndose con fuerza en camiones y submarinos; el polonio de los Curie poliniza espontáneamente las mentalidades abiertas del mundo académico. Los hechos poseen ahora una *vis inertia* propia. Parece que se movieran incluso sin necesidad de la gente. Y, más fantástico aún, parece que existirían aunque no hubiera gente en absoluto.

La segunda consecuencia es tan extravagante como la primera. Puesto que los hechos están ahora dotados de una inercia que no depende de la acción de la gente ni de la de sus numerosos aliados no humanos, ¿qué es lo que los impulsa? Para resolver esta pregunta, los adeptos del modelo de difusión tienen que inventar un nuevo sistema de apareamiento. ¡Se supone que los hechos se reproducen unos a otros! Quedan en el olvido todas las personas que los pasan de mano en mano, la multitud de entidades que actúan formando los hechos y a quienes los hechos forman, las complejas negociaciones para decidir cuál es la asociación más fuerte o más débil; olvidados quedan los tres capítulos anteriores, ya que de ahora en adelante alcanzamos el reino de las ideas que engendran ideas que engendran ideas. A pesar del hecho de que es difícil ilustrar motores diesel o bicicletas o plantas atómicas reproduciéndose mediante apareamiento, se trazan trayectorias que semejan linajes y genealogías de descendencia «puramente técnica». Historia de las ideas, o historia conceptual de la ciencia, o epistemología, estos son los nombres de la disciplina (que a menudo debería ser radiografiada) que explica los oscuros hábitos reproductivos de estos pura raza.

El problema con el sistema de apareamiento de los hechos, que se difunden mediante su propio impulso, es la novedad. Los hechos y las máquinas están constantemente cambiando, y no se reproducen de forma simple. Nadie da forma a la ciencia y las tecnologías excepto al principio, por lo tanto, en el modelo de difusión, la única explicación razonable de la novedad reside en los iniciadores, los primeros

hombres y mujeres de ciencia. En consecuencia, se ha inventado la noción de *descubrimiento*, con el objeto de reconciliar inercia y novedad; lo que estaba allí desde siempre (microbios, electrones, el motor de Diesel) necesita de algunas personas, no para darle forma, sino para ayudarle a aparecer en público.[23] Esta nueva y extravagante «reproducción sexual» es consumada, a medias, por una historia de las ideas y por una historia de los grandes inventores y descubridores, los Diesels, Pasteurs, Curies. Pero existe otro problema. Los iniciadores, en todas las historias que he contado, son sólo unos pocos elementos en una multitud. No pueden ser la causa de semejante movimiento general. ¡En particular, no pueden ser la causa de la gente que les cree y se interesa por sus afirmaciones! Pasteur no tiene la fuerza necesaria para impulsar su vacuna por todo el mundo, ni Diesel su motor, ni Eastman su Kodak. Esto no es problema para nuestros «difusores». ¡Ellos simplemente hacen a los inventores tan grandes, que ahora tienen una fuerza de gigantes con la cual impulsar todas esas cosas! Desproporcionadamente fuera de toda proporción, los grandes hombres y mujeres de ciencia son pues genios de talla mitológica. Lo que ni Pasteur ni Diesel podían hacer, estas nuevas figuras, también llamadas «Pasteur» y «Diesel», sí pueden. Con su fabulosa fuerza, es cosa fácil para estos superhombres fortalecer los hechos y hacer que las máquinas sean eficientes!

Los grandes iniciadores se han vuelto tan importantes para el modelo de difusión que sus abogados, apresados en su propia manía lógica, ahora tienen que indagar *quién* fue realmente el primero. Esta cuestión algo secundaria se convierte en crucial aquí, pues *el ganador se queda con todo*. ¡La cuestión de cómo distribuir influencia, prioridad y originalidad entre los grandes científicos, se toma tan en serio como la de descubrir al legítimo heredero de un imperio! Las etiquetas de «precursor», o «genio desconocido», o «figura marginal», o «catalizador» o «fuerza conductora» son objeto de puntillosos formalismos, tan ornados como la etiqueta de Versalles en tiempos de Luis XIV; los historiadores se apresuran a otorgar genealogías y escudos de armas. El mecanismo secundario toma la delantera sobre el mecanismo primario.

Lo más divertido de este cuento de hadas es que, por más cuidadosa que sea la atribución de estas etiquetas, los grandes hombres y mujeres de ciencia son siempre unos pocos nombres en una muchedumbre que no puede ser aniquilada ni siquiera por los más entusiastas abogados del modelo de difusión. Diesel, como hemos visto, no lo hizo todo en el motor que lleva su nombre. Pasteur no es quien transformó la asepsis en una práctica factible, o impidió que millones de personas expectoraran, o distribuyó las dosis de vacuna. Hasta los más fanáticos difusores tienen que admitirlo. Sin embargo, esto no les molesta. Yendo más y más allá en sus fantasías, inventan genios que lo hicieron todo, pero sólo «en abstracto», sólo «seminalmente», sólo «en teoría». Barriendo a una multitud de actores, describen entonces genios que *tuvieron ideas*. El resto, arguyen, es mero desarrollo, un simple despliegue de los «principios originales» que son los que realmente cuentan. Miles de personas trabajan; en estos trabajos se movilizan cientos de miles de nuevos actores, pero sólo unos pocos son designados como los motores que impulsan todo el conjunto. Como es obvio que no hicieron tanto, se los dota de «ideas seminales». Diesel «tuvo la idea» de su motor, Pasteur «tuvo la idea de la asepsis»... Resulta irónico ver que las «**ideas**», tan valoradas cuando la gente habla de ciencia y tecnología, son un truco para librarse de las absurdas consecuencias del modelo de difusión, y para explicar, disculpándolos, cómo es que los pocos que lo hicieron todo, hicieron sin embargo tan poco.

El modelo de difusión resultaría bastante pintoresco e insignificante si no fuera por su consecuencia final, a la que toman en serio incluso aquellos que desean estudiar el funcionamiento interno de la tecnociencia.

Los atentos lectores que acepten lo que hemos argumentado hasta aquí, podrían pensar que es fácil cuestionar el modelo de difusión. Si bien la interpretación dada por el modelo es ridícula, la impresión de la que surge es genuina. Parece funcionar en los pocos casos en que hechos y artefactos convencen a la gente y, por esta razón, parecen fluir. De esta manera, los lectores pueden pensar que el modelo de difusión se quebrará cuando los hechos sean interrumpidos, desviados, ignorados o corrompidos. La acción de mucha gente irrumpirá por necesidad en la escena, puesto que ya no hay nadie a mano para difundir los hechos en lo sucesivo. Bien, si piensan así, simplemente significa que esos lectores son todavía ingenuos y subestiman la habilidad de una interpretación que se ofrece contra toda evidencia contraria. Cuando un hecho no es creído, cuando una innovación no se acepta, cuando una teoría es llevada a un uso por completo distinto, el modelo de difusión sencillamente dice que «algunos grupos se resisten».

En la historia de Pasteur, por ejemplo, los adeptos del modelo de difusión han de admitir que los físicos no estaban muy interesados en sus resultados; pensaban que eran prematuros, poco científicos, y de escasa utilidad. En efecto, no podían utilizar las vacunas ya que la medicina *preventiva* les estaba quitando el negocio. En lugar de ver cómo el programa de investigación del Instituto Pasteur era modificado sin cesar por docenas de personas con el objeto de convencer a casi todos los físicos, el modelo de difusión simplemente dice que las ideas de Pasteur estaban *bloqueadas* por ciertos grupos que, o eran estúpidos, o tenían «intereses creados» en las viejas técnicas. Describen a los físicos como corporativistas y egoístas, como un grupo atrasado y reaccionario que retardó durante una generación la difusión de la idea de Pasteur. Por lo tanto, el modelo de difusión traza una línea de puntos a lo largo del camino que la «idea debería haber seguido, y después, como la idea no fue muy lejos ni muy deprisa, se inventan grupos que resisten. Con esta última invención, se mantiene tanto el principio de inercia como la fantástica fuerza que lo dispara al principio, y la gigantesca altura de los grandes hombres y mujeres que dieron impulso al todo, se amplifica. Los difusores simplemente añaden a la escena grupos sociales *pasivos* que pueden, debido a su propia inercia, retrasar el camino de la idea o absorber el impacto de las técnicas. En otras palabras, el modelo de difusión ahora inventa *una sociedad* para dar cuenta de la desigual difusión de ideas y máquinas. En este modelo, la sociedad es simplemente un medio de diferentes resistencias *a través del cual* viajan ideas y máquinas. Por ejemplo, el motor diesel, que se ha difundido por los países desarrollados gracias al impulso que le dió Diesel, puede retrasarse y hasta detenerse en algún país subdesarrollado en donde se oxida bajo la lluvia tropical. En el modelo de difusión, esto se explicaría en términos de la resistencia, pasividad o ignorancia de la cultura local. La sociedad, o los «factores sociales», aparecerían únicamente al final de la trayectoria, cuando algo va mal. Esto ha sido llamado principio de *asimetría*: se apela a factores sociales sólo cuando el verdadero camino de la razón ha sido «distorsionado», pero no cuando marcha correctamente.[24]

La sociedad inventada para mantener el modelo de difusión posee otra extraña característica. Los «grupos» que la integran no siempre interrumpen o tuercen el camino normal y lógico de las ideas; de ser resistentes o semiconductores pueden, de repente, pasar a ser conductores. Por ejemplo, los mismos físicos que no estaban muy contentos con Pasteur hasta 1894, luego se mostraron de súbito interesados en el trabajo de los pasteurianos. Esto no representa una dificultad en el modelo de difusión: simplemente alteraron su posición. Se abrieron. ¡Los resistentes comenzaron a ser conductores, los reaccionarios a progresar, los atrasados de repente evolucionaron! Como podemos ver, no hay límites en el cuento de hadas. Ha quedado en el olvido

la cuidada coproducción entre pasteurianos y físicos de un nuevo objeto, un suero contra la difteria que, a diferencia de la vacuna preventiva, era por fin una que ayudaba a *curar*. Han quedado atrás las largas traducciones necesarias para convencer a caballos, difteria, hospitales y físicos de que se asocien unos con otros en este nuevo objeto. Atravesando los complicados sistemas de asociaciones, el modelo de difusión sencillamente extrae un suero, que siempre estuvo allí, al menos «en principio», y luego inventa grupos que inicialmente se resistían y finalmente «acabaron» aceptando el descubrimiento.

2. ASOCIACIONES MÁS DÉBILES Y MÁS FUERTES

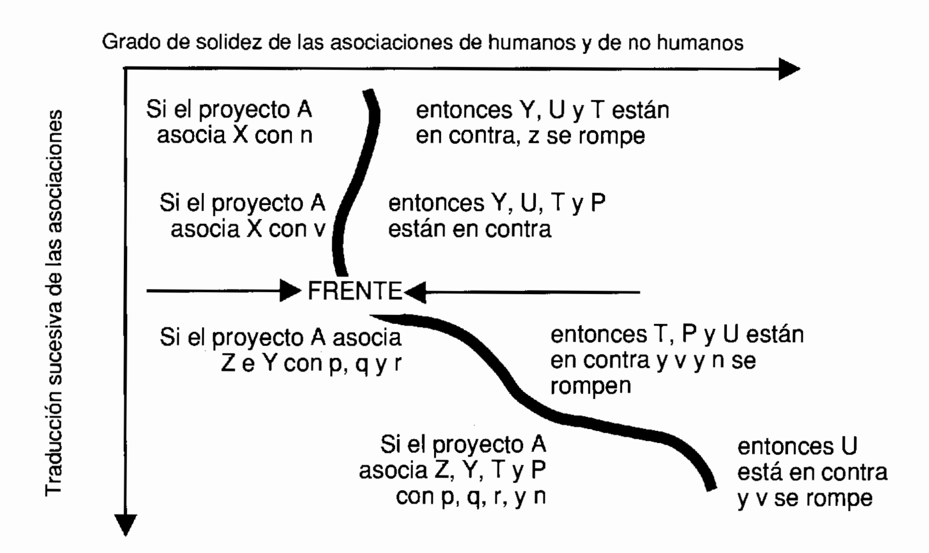
Volvamos a Diesel para comprender las diferencias entre el modelo de difusión y el modelo de traducción. Hemos visto que, en el momento de patentarlo, el motor de Diesel era un bosquejo, después un anteproyecto, después un prototipo, después algunos prototipos, después nada, después otra vez un nuevo prototipo único, después ya no un *proto*tipo sino un *tipo* reproducible en muchas copias, después miles de motores de diferentes subtipos. Por lo tanto, hubo, en efecto, una proliferación. En primer lugar, siguiendo las traducciones, hemos visto que este incremento en el número de copias era el precio a pagar por el aumento del número de personas a las que se había interesado por su destino. Segundo, hemos observado que este aumento de copias y personas debía obtenerse a través de una profunda transformación del diseño y principios del motor; el motor funcionaba, pero ya no era el mismo motor. Tercero, hemos visto que había sufrido tantas transformaciones durante la traducción, que se discutía de quién era el motor en realidad. Y cuarto, que hacia 1914 tuvo lugar el momento decisivo cuando la gente pudo aceptar el motor, no como prototipo sino como una copia, y llevárselo del taller de Augsburgo, sin necesidad de transformarlo profundamente ni de arrastrar consigo docenas de mecánicos y abogados de patentes; el motor era, por fin, una caja negra a la venta, capaz de interesar no sólo a ingenieros e investigadores, sino también a «simples clientes». Es en este punto donde habíamos dejado la historia, pero también es aquí donde el modelo de difusión parece mejor que el de traducción, pues ya no se necesita a nadie más para dar forma a la caja negra. Existen únicamente clientes que la compran.

¿Cuán simple es un «simple cliente»? El cliente es «simple» porque no tiene que rediseñar el motor, sustituyendo la inyección de aire para volver a la inyección sólida, cambiando de sitio las válvulas, o taladrando nuevos cilindros y haciendo funcionar el motor en el banco de pruebas. Pero el cliente no puede ser tan «simple»como para no cuidar el motor. Debe alimentarlo con aceite y combustible, enfriarlo, revisarlo regularmente. Incluso cuando las fases de desarrollo e innovación han terminado, la más oscura caja negra aún tiene que *ser mantenida* en existencia por clientes no tan simples. Podemos describir fácilmente un sinfín de situaciones en las que un consumidor mal informado o tonto hace que un motor se atasque, se ahogue o se queme. Como dicen los ingenieros, ningún aparato está a prueba de idiotas. Esta copia en particular del motor, por lo menos, no funcionará nunca más y se oxidará lentamente.

Existe otro problema con los «simples» clientes. Recordemos la cámara Kodak de Eastman. Nunca había existido nada más simple de manejar. «Apriete el botón, nosotros haremos el resto», decían. Pero ellos tenían que hacer *el resto*, y eso era bastante. La simplificación de la cámara, que permitió que todos se interesaran por su diseminación en millones de copias, tuvo que obtenerse mediante la extensión y complicación de la red comercial de Eastman. Cuando apretamos el botón, no vemos los agentes comerciales, ni las máquinas que fabrican largas tiras de película de celuloide, ni los técnicos que consiguen que el revestimiento se fije correctamente; uno no los ve, pero sin embargo tienen que estar allí. Si no están, uno aprieta el botón y no sucede nada. Cuanto más automática y más negra sea la caja negra, más *acompañada* de gente tiene que estar. En muchas situaciones, como todos sabemos demasiado bien, la caja negra se detiene de forma lastimosa porque no hay agente comercial, ni servicio de reparaciones, ni repuesto. ¡Cualquier lector que haya vivido en un país subdesarrollado o haya usado una máquina recientemente creada, sabrá cómo evaluar el hasta ahora desconocido número de personas necesario para que el más simple artefacto funcione! Por lo tanto, en el mejor de los casos, incluso cuando se trate de una rutinaria pieza de equipo, la caja negra exige un cliente activo, y necesita que otra gente la acompañe si se quiere mantener su existencia. Por sí misma no tiene *inercia*.

Si hemos entendido esto, entonces podemos extraer las conclusiones de las dos primeras partes de este capítulo: la caja negra se mueve en el espacio y resulta duradera en el tiempo únicamente a través de las acciones de mucha gente; si no hay nadie que la adopte, se detiene y se derrumba, por más que antes multitud de personas la hayan aceptado durante no importa cuánto tiempo. Pero el tipo, el número y las calificaciones de la gente en la cadena se modificarán: inventores como Diesel o Eastman, ingenieros, mecánicos, vendedores, y al final, tal vez, «ignorantes consumidores». En resumen, *siempre hay gente movilizando los objetos, pero no es siempre la misma gente*. ¿Por qué no son los mismos? Porque los primeros han enlazado el destino del motor a otros elementos, de manera que el motor pueda ser puesto en diferentes manos y difundido más fácilmente. Veremos, entonces, unas cuantas copias del motor de Diesel moviéndose a través de su constante rediseñamiento en el banco de pruebas, y de repente observaremos muchas copias del mismo diseño compradas y vendidas por mucha gente. Siempre hay gente, pero no son siempre los mismos. Así, la historia del motor diesel puede analizarse ya sea observando la cambiante forma del motor (vinculada a distintas personas) o bien estudiando el tipo cambiante de personas (ligado al motor). Es la *misma historia* vista ya sea desde el punto de vista de la gente enrolada en la parte A, o de las cosas que producen el alistamiento de la parte B.

De forma similar, el polonio de los Curie era primero una afirmación rediseñada, después de cada prueba, en un laboratorio de París, hacia 1898. Para convencer a los disidentes de que ésta era efectivamente una nueva sustancia, los Curie tuvieron que modificar las pruebas y renegociar la definición de su objeto. Por cada sospecha de que pudiera ser un artefacto, diseñaban una prueba que vinculara su destino a una parte de la física más remota y menos discutible. Existe un momento en esta historia en que la afirmación se convierte en un nuevo objeto e incluso en parte de la naturaleza. Al llegar a este punto, el tipo de gente necesaria para proporcionar al hecho durabilidad y extensión tiene que modificarse. El polonio puede, ahora, viajar desde manos de los Curie a muchas otras, pero mucho menos informadas. Se trata de un elemento radiactivo rutinario en un robusto recipiente de plomo, una caja más, llena hasta el tope, en las nuevas versiones impresas de la tabla periódica; ahora creen en ella no sólo un puñado de brillantes petimetres, en unos cuantos laboratorios, sino también cientos de físicos entusiastas; pronto será tema de aprendizaje de «simples estudiantes». Se necesita una continua cadena de gente que use, pruebe y crea en el polonio para mantener su existencia; pero no son las mismas personas, ni sus calificaciones son las mismas. Así, la historia del polonio, como todas las que se han contado hasta ahora en este libro, puede ser relatada ya sea mirando cuáles son las personas que están convencidas, u observando las nuevas asociaciones



Como en la figura 1.6 sobre las controversias científicas, una controversia técnica se puede seguir a través de dos dimensiones: el grado de durabilidad de las asociaciones de humanos y de no-humanos, y la distancia entre el proyecto de partida y el proyecto de llegada. El frente de la investigación se define por esta exploración conjunta de lo que mantiene unidas a las cosas y las personas

Figura 3.4

creadas para convencerles. Es el mismo análisis desde dos ángulos diferentes, ya que, desde el principio, el polonio está constituido por *estas* personas convencidas de que *estas* asociaciones son indestructibles.

Podemos, ahora, generalizar un poco a partir de lo que hemos visto. Si tomamos cualquier caja negra y congelamos su imagen, es posible considerar el sistema de alianzas que se teje de dos formas distintas: primero, teniendo en cuenta a quiénes se ha pretendido enrolar al diseñarla; segundo, a qué se vincula para que el enrolamiento resulte inevitable. Podemos, por un lado, trazar su **sociograma**, y por otro, su **tecnograma**. Cada porción de información que obtenemos sobre un sistema es también información sobre el otro. Si me decís que el motor de Diesel tiene ahora una forma estable, os diré cuánta gente de MAN tuvo que trabajar en él, y os hablaré del nuevo sistema de inyección sólida que tuvieron que diseñar para que «meros consumidores» pudieran adquirir el motor. Si pensáis que el polonio es en realidad bismuto, os puedo responder que trabajáis en el laboratorio de los Curie en París hacia 1900. Si me mostráis un suero para la difteria, comprendo lo lejos que os habéis desviado del programa de investigación original que se proponía fabricar vacunas, y os diré quiénes son los médicos que se interesarán. Si me enseñais un vehículo eléctrico que funciona con células de combustible, sabré qué apoyo hay que conquistar en la empresa. Si proponéis construir un ordenador de 16 bits para competir con la máquina *VAX 11/780* de DEC, sabré quién eres, y cuándo y dónde estás. Eres West en Data General a finales de la década de 1970. Lo sé, porque existen muy pocos lugares sobre la Tierra en los que alguien tenga los recursos y las agallas como para desarmar la caja negra que DEC ha ensamblado, y dar con un ordenador de índole totalmente nueva. De forma similar, conozco mucho de tí si me explicas que estás esperando al mecánico para que instale tu ordenador Apple, o que piensas que la Luna está hecha de queso verde, o que en realidad no crees que el segundo aminoácido en la estructura del GRF sea la histidina.

Observemos atentamente que la caja negra está *en medio* de estos dos sistemas de alianzas, que es el punto de paso obligado que mantiene juntos a los dos y que, cuando tiene éxito, concentra en sí misma el mayor número de las asociaciones más fuertes, especialmente si se ha convertido en un autómata. Es por esto que llamamos a dichas cajas negras «hechos sólidos» o «máquinas altamente sofisticadas», o «poderosas teorías», o «evidencia indiscutible». Todos estos adjetivos, que aluden a fortaleza y poder, señalan claramente el desproporcionado número de asociaciones reunidas en estas cajas negras, tan desproporcionado, en efecto, que es lo que mantiene a la multitud de aliados en su sitio. Sin embargo, esta desproporción a menudo nos lleva a olvidar que ellas mantienen a cosas y gente estrechamente unidas sólo en tanto las demás estrategias tengan éxito. ¿Escapan estos productos científicos y técnicos del complicado sistema de alianzas con que se maneja la política, por ejemplo? ¿Son ellas menos «sociales», como ingenuamente dice la gente a menudo? Es muy poco probable; si tuvieran que ser calificadas en estos términos, y no es así, tendrían que ser descritas como *más*, mucho más «sociales».

Si ahora dejamos que la imagen congelada se mueva, observaremos una caja negra que simultáneamente cambia su composición y las personas a las que convence. Cada modificación en un sistema de alianzas es visible en el otro. Cada alteración en el tecnograma tiene por objeto superar una limitación en el sociograma, o viceversa. Todo sucede como si la gente que tenemos que observar estuviera en medio de dos conjuntos de compulsiones, y *apelaran* de uno a otro cada vez que las negociaciones se atascan. De un lado hay gente que, o va en la misma dirección, o en contra de ella, o se muestra indiferente, o que, aunque indiferente y hostil, es posible convencerla para que cambie de opinión. Del otro lado, hay actores no humanos de todos los colores y matices: algunos son hostiles, otros indiferentes, algunos todavía dóciles y convenientes, e incluso hay otros a los cuales, aunque hostiles o inútiles, se puede inducir a seguir otro camino. El inventor del Post-it, un papel autoadhesivo para marcar libros, ahora de uso tan extendido, lo confirma muy bien.[25] Haber encontrado un pegamento que *no* se adhería fue considerado como un fallo en la compañía 3-M, que se dedica usualmente a fabricar colas muy adhesivas. Este fallo se convirtió en ventaja cuando el inventor se percató de que podía marcar libros de salmos sin que se mancharan ni deterioraran. Por desgracia, esa ventaja no fue admitida por el departamento de márketing, que había decidido que dicha invención no tenía ni mercado ni futuro. Situado exactamente en medio de los tecno y los sociogramas, el inventor tiene que elegir: o modificar el invento, o modificar el departamento de márketing. Elige mantener la invención tal cual es, y aplica entonces sutiles tácticas para influir en el ánimo del departamento de márketing, distribuyendo prototipos de su invento a todas las secretarias y pidiéndoles que, cuando necesiten más, ¡lo soliciten directamente al departamento de márketing! Es la misma sutileza la que funciona al crear un pegamento que no pega, o al conseguir que el departamento de márketing venda lo que no quiere vender. Mejor, en el Post-it se integran los dos conjuntos de estrategias, una para enrolar a los demás y la otra para controlar su conducta.

Podemos ir un poco más allá. Todos somos multiconductores, y podemos dejar de lado, transferir, desviar, modificar, ignorar, corromper o apropiarnos de las afir-

maciones que necesitan de nuestra ayuda para difundirse y perdurar. Cuando (raras veces) los multiconductores, actuando como conductores, transmiten una creencia sin retrasarla ni corromperla, ¿qué significa? Que muchos elementos acompañan a las afirmaciones u objetos en movimiento, y literalmente *mantienen a raya* a los sucesivos colaboradores necesarios para su supervivencia. Cuando, más a menudo, los multiconductores *interrumpen* la difusión de las afirmaciones que hasta entonces todo el mundo había transmitido sin escrúpulos, también esto nos enseña algo. Puesto que es capaz de interrumpirla, esta gente debe estar ligada a nuevos intereses y nuevos recursos que contrarrestan a los otros. Y las mismas lecciones han de extraerse cuando, como es casi siempre el caso, la gente ignora, desvía, modifica o se apropia de las cajas negras. ¿Aprecia, ahora, el lector la conclusión? *Comprender* qué son los hechos y las máquinas, equivale a comprender quién es la gente. Si se describen los elementos de control que se han reunido, se entenderán los grupos que se controlan. Y viceversa, si observamos los nuevos grupos vinculados entre sí, veremos cómo funcionan las máquinas y porqué los hechos son sólidos. La única cuestión en común es saber *qué asociaciones son las más fuertes y cuáles las más débiles*. Nunca nos enfrentamos con la ciencia, la tecnología y la sociedad, sino con una gama de asociaciones más débiles o más fuertes; así, comprender *qué* son los hechos y las máquinas es lo mismo que comprender *quién* es la gente. Este dogma esencial constituirá nuestro **tercer principio**.

3. CUARTA REGLA DEL MÉTODO

Entre las características que difieren en los dos modelos, una es especialmente importante: la sociedad. En el modelo de difusión, la sociedad está constituida por grupos que poseen intereses; estos grupos resisten, aceptan o ignoran los hechos y máquinas, que tienen su inercia propia. En consecuencia, tenemos ciencia y técnicas por un lado, y sociedad por otro. En el modelo de traducción, sin embargo, no existe semejante distinción, pues hay únicamente cadenas heterogéneas de asociaciones que, de vez en cuando, crean obligados puntos de paso. Vayamos más lejos: la *creencia* en la existencia de una sociedad separada de la tecnociencia *es uno de los resultados del modelo de difusión*. Una vez que hechos y máquinas han sido dotados de su propia inercia, y una vez que se ha olvidado o dejado de lado la acción colectiva de actores humanos y no humanos vinculados entre sí ha sido olvidada o dejada de lado, entonces hay que inventar una sociedad para explicar porqué los hechos y las máquinas no se difunden. Se establece una división artificial entre las asociaciones más débiles y las más fuertes: los hechos se unen a hechos; las máquinas a máquinas; los factores sociales a factores sociales. ¡Así es como acabamos con la idea de que hay tres esferas, ciencia, tecnología y sociedad, en las que debe estudiarse la influencia e impacto de cada una sobre las otras!

Pero, lo peor aún no ha llegado. Ahora que se ha inventado una sociedad mediante el sistema de atravesar artificialmente asociaciones y traducciones, y de apiñar los factores sociales en diminutos guetos, ¡algunos intentan explicar la ciencia y la tecnología por la influencia de estos factores sociales! Un determinismo social o cultural o económico se agrega, ahora, al determinismo técnico anterior. Este es el significado de la palabra social en expresiones tales como «estudio social de la ciencia» o «construcción social de la tecnología». Los analistas que recurren a intereses de grupo para explicar cómo se difunde una idea, se acepta una teoría o se rechaza una máquina, no son conscientes de que los mismos grupos, los mismos intereses que ellos toman como *causas* en sus explicaciones, son la *consecuencia* de la extracción

y destilación artificial de un puñado de vínculos a partir de estas ideas, teorías o máquinas. El determinismo social lucha con coraje contra el determinismo técnico, mientras que *ninguno de los dos existe* salvo en la fantasiosa descripción propuesta por el modelo de difusión.

Aunque no tiene sentido invertir demasiado tiempo en el modelo de difusión, es crucial, si queremos continuar nuestro viaje por la tecnociencia, estar inmunizados contra la noción de que hay una sociedad y unos «factores sociales» capaces de formar, influir, dirigir o retrasar el camino de la ciencia pura y la técnica pura. Al final del capítulo 2, se halla nuestra tercera regla del método: la naturaleza no puede utilizarse para dar cuenta del cierre de las controversias, pues sólo después de que las controversias se han cancelado, sabemos de que lado está ella. «La naturaleza cierra sólo las afirmaciones cerradas», así habla la cara izquierda de Jano que no percibe la contradicción. Respecto a las no finalizadas, sobre las que se ocupa la cara derecha de Jano, todavía no sabemos qué es lo que las finaliza, pero no es la naturaleza. La naturaleza, por lo tanto, se sitúa detrás de los hechos cuando éstos ya han sido construídos; nunca detrás de hechos en construcción.

Si queremos continuar sin que el modelo de difusión nos perturbe, debemos ofrecer una cuarta regla del método, tan básica como la tercera y simétrica a ella, que se aplica esta vez a la *sociedad*.

Ya desde las primeras páginas de este libro el lector se habrá percatado de la importante ausencia de las entidades que tradicionalmente constituyen la sociedad; una ausencia que puede resultar aún más chocante que la tardía aparición de la naturaleza, sólo al final del capítulo 2. Después de tres capítulos aún no se ha dicho ni una palabra acerca de clases sociales, capitalismo, infraestructura económica, altas finanzas, producción; ni una sola discusión sobre la cultura, ni siquiera una alusión al impacto social de la tecnología. No es culpa mía. He sugerido que sigamos

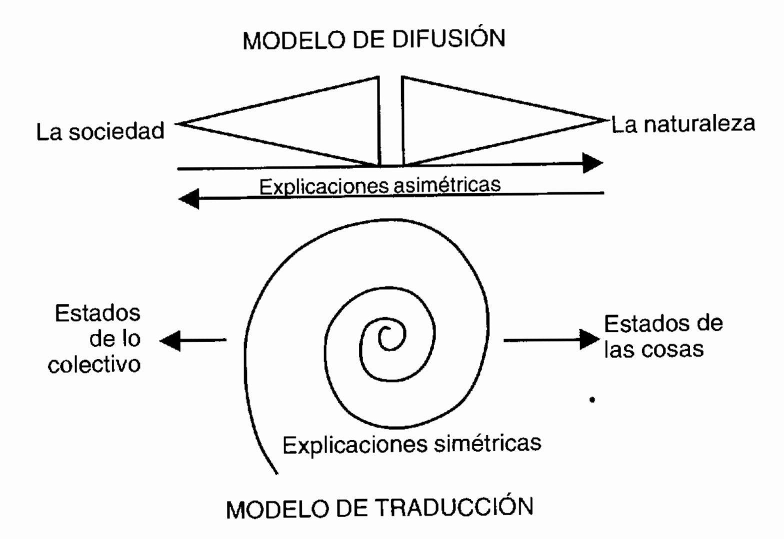


Figura 3.5

los pasos de científicos e ingenieros en su trabajo, y resulta ser que *ellos no saben de qué se compone la sociedad* más de lo que conocen, de antemano, sobre la naturaleza de la naturaleza. Es porque no saben acerca de ninguna de las dos, que están tan atareados *ensayando* nuevas asociaciones, creando un mundo interior en el cual trabajar, desplazando intereses, negociando hechos, reorganizando grupos y reclutando nuevos aliados.

En su trabajo de investigación, nunca están muy seguros de qué asociación se mantendrá y cuál cederá su pucsto. Diesel confiaba al principio en que todos los combustibles arderían a altas temperaturas, y que todos los grupos de usuarios se intcresarían por su motor, más eficiente. Pero la mayoría de los combustibles rechazó su motor, y casi todos los consumidores perdieron interés. Partiendo de un estado estable de la naturaleza y de la sociedad, tuvo que batallar con otro motor, uniendo entre sí queroseno, inyección de aire y un insignificante número de usuarios. Los higienistas también partieron de un estado fijo de la sociedad (la lucha de clases) y de un determinado estado de la naturaleza (las enfermedades miasmáticas). Cuando los pasteurianos les ofrecieron los microbios, se constituyó una nueva e impredecible definición tanto de la naturaleza como de la sociedad: un nuevo vínculo social, el microbio, ligaba entre sí a hombres y animales, y lo hacía de una forma distinta. No había nada en el estado estable de la sociedad, ni en el de la naturaleza, que hiciera necesaria o predecible una alianza de las altas finanzas de Bell con los electrones. La Bell Company se modificó profundamente al aliarse con los físicos de Millikan; no era la *misma* Bell, pero tampoco era la misma física, el mismo Millikan, ni, en realidad, los mismos electrones. La versatilidad y heterogeneidad de las alianzas, es precisamente, lo que permite a los investigadores superar el dilema del constructor de hechos: cómo interesar a la gente y controlar su conducta. Cuando estudiamos a científicos e ingenieros en su trabajo, las dos únicas preguntas que no deben suscitarse son: ¿a qué se parece realmente la naturaleza? y ¿de qué se compone realmente la sociedad?

¡Para plantear esas preguntas tenemos que esperar hasta que los científicos y sus aliados (entre quienes los científicos sociales deberían por supuesto incluirse) hayan terminado su trabajo! Una vez las controversias hayan acabado, surgirá entonces un estado estable de la sociedad, junto con un rédito estable de los intereses de sus miembros. Si estudiamos hechos y grupos acabados, entonces los intereses y la naturaleza se articularán claramente en la cara izquierda de Jano. No es así cuando observamos hechos en construcción. Podría parecer una consecuencia extraña, pero

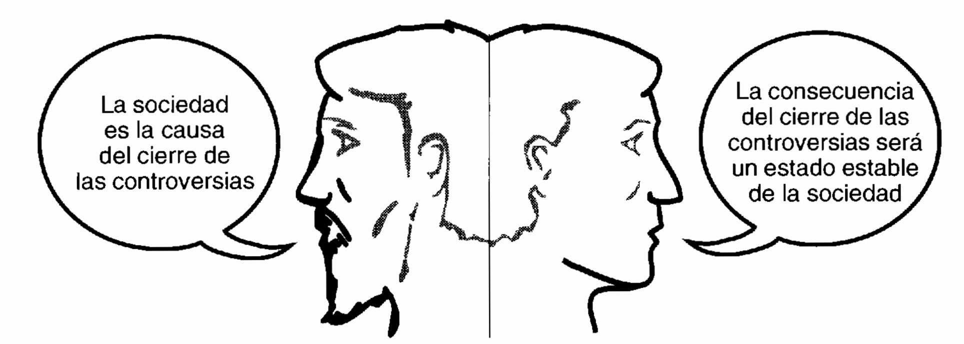


Figura 3.6

es necesaria: para seguir a científicos e ingenieros no es preciso saber cómo está compuesta la sociedad ni qué es la naturaleza; exactamente, es necesario *no* conocerlas. ¡El estado estable de la sociedad se encuentra tres capítulos más allá! La prematura introducción de toda una sociedad resultaría tan dañina para nuestro camino como una completa descripción de la naturaleza. Para ser más exactos, los mismos argumentos que se han dado sobre la naturaleza tienen que darse *simétricamente* acerca de la sociedad. ¿Cómo podríamos tomar tantas precauciones para *no* creer directamente lo que científicos e ingenieros dicen accrca de la objetividad y subjetividad, y creer de buen grado lo que otros científicos (sociales esta vez) dicen acerca de la sociedad, la cultura y la economía? A esta altura estamos muy necesitados dc una regla de simetría que no otorgue a la sociedad privilegios negados a la naturaleza. Nucstra **cuarta regla del método** rcza, por tanto, exactamente igual que la tercera (reemplazando la palabra «naturaleza» por la palabra «sociedad») y engloba las dos: como el final de una controversia es la *causa* de la estabilidad social, no podemos utilizar a la sociedad para explicar cómo y por qué se ha finalizado una controvcrsia. Debemos considerar *simétricamente* los esfuerzos para enrolar y controlar los recursos humanos y no humanos.

4

Los que están dentro salen al exterior

Ahora tenemos una mejor idea de la cantidad de trabajo previo que se necesita, para asegurar las suficientes fortalezas como para que resulte útil la fuerza añadida por la literatura técnica y los laboratorios. Sin el enrolamiento de mucha otra gente, sin las sutiles tácticas que ajustan de forma simétrica los recursos humanos y los no humanos, la retórica de la ciencia carece de poder. La gente se escapa, pierde interés, hace otras cosas, o se muestra indiferente. Con todo, las historias del capítulo precedente se relataban desde el punto de vista de los científicos e ingenieros que realizan el alistamiento. Incluso si hubiéramos observado más resultados que los tres con los que comenzamos (abandonar, seguir adelante, abrirse paso), podríamos tener la impresión de que científicos e ingenieros están en el *centro* de todo. Esta impresión puede crear nuevas dificultades. Nuestra primera regla del método nos exige *seguir los pasos* de los científicos, mientras están ocupados en su trabajo de hacer ciencia. En su valor nominal, este precepto parece fácil de llevar a la práctica; es por esto que, en los capítulos previos, he intentado que al menos supiéramos *dónde* encontrar al protagonista de bata blanca para comenzar nuestra investigación. Pero, para simplificar nuestro camino di por sentado que West, Watson y Crick, Guillemin, el Profesor, Diesel, Mead y Pasteur eran capaces de reunir recursos, de hablar con autoridad, de convencer a los demás de su fuerza y de equipar laboratorios o departamentos. Así comenzaban las historias que he relatado, con científicos e ingenieros a quienes los demás tomaban lo bastante en serio como para prestarles atención, dinero y confianza. Para que nos brindase un punto de partida conveniente he inventado un personaje, a quien he llamado «el disidente», con el objeto de que nos ayudase a practicar el difícil arte de seguir los pasos de los científicos en acción; y, como este disidente era fácilmente detectable y su obstinación hacía más fácil seguirlo, colaboró en nuestra peregrinación a través de la literatura técnica y de los laboratorios. Más tarde, el personaje del «constructor de hechos» resultó muy conveniente para trazar el mapa de los distintos tipos de traducciones.

Nada prueba, no obstante, que la observación de científicos e ingenieros reales sea tan fácil como seguir a estos disidentes y constructores de hechos simulados, especialmente cuando los mismos principios que hemos dejado al descubierto insinúan

lo contrario. Recordemos que el primer principio básico establece que los hechos se fabrican colectivamente, el segundo que los científicos e ingenieros hablan en nombre de nuevos objetos forjados por inesperadas pruebas de fuerza, y el tercero que describir hechos y máquinas equivale a describir la gente que enrolan y controlan. A partir de estos principios surgen nuevas preguntas: puesto que no hay mucha diferencia entre los que alistan y los que son alistados, ¿porqué tendríamos que centrarnos en los científicos?, ¿quién es la gente que trabaja colectivamente en la construcción de hechos?, ¿son todos científicos e ingenieros? Si no lo son, ¿qué diablos *están* haciendo? Si los científicos son portavoces, ¿a quiénes hablan? ¿quiénes son los otros representantes? ¿cómo finalizan sus controversias?

Al suscitar estas preguntas, comenzamos a darnos cuenta de que podría no ser tan fácil determinar quiénes son los científicos y los ingenieros, para así poder decidir, como lo exige nuestra primera regla del método, *a quién* seguir. Sin embargo, no tenemos elección y debemos aferrarnos tan tercamente como siempre a nuestra tarea, con el añadido de una mayor sutileza ahora que nuestro guía va a usar multitud de máscaras desconcertantes y va a seguir al mismo tiempo caminos diversos.

A. INTERESAR A LOS DEMÁS POR LOS LABORATORIOS

1. CUANDO TODO EL MUNDO PUEDE PRESCINDIR DE CIENTÍFICOS E INGENIEROS

¿Qué les sucede a los científicos e ingenieros que no han asegurado ninguna fortaleza? ¿Cuán fuerte será su retórica? ¿Serán capaces de mantener a raya a los grupos de interés? Permítanme poner dos ejemplos, uno de un científico del pasado, y otro de un ingeniero en el presente. En estos ejemplos, nadie está dispuesto a conceder nada a los prometedores investigadores, y todo el mundo se las arregla muy bien *sin* su ciencia.

a) Cuando ser científico no es todavía una profesión

A finales de la década de 1820, Charles Lyell estudiaba abogacía y vivía de una renta de 400 libras de su padre, perteneciente a la clase media alta.[1] Lyell quería estudiar la «historia de la Tierra». No nos precipitemos a concluir que deseaba ser geólogo. La posibilidad de ser geólogo sería el *resultado* del trabajo de mucha gente como Lyell. En esta época no existía en Gran Bretaña nada parecido a un empleo seguro y estable con el título de «geólogo». Es más, la «geología» en realidad tampoco existía. La historia de la Tierra pertenecía a la teología y la exégesis bíblica, así como a la paleontología y otras materias técnicas. En otras palabras, no existía ni la disciplina de la geología, ni la profesión de geólogo. Una de las materias relacionadas era la de la «historia racional de la creación», a la que se vinculaba una profesión de seis siglos de antigüedad en las universidades: la de clérigo (con celibato obligatorio, al menos en Cambridge).

Cuando Lyell empieza, no existe laboratorio alguno en el que pueda ingresar, ningún currículo a seguir, ninguna subvención que solicitar. Aunque Lyell necesita a los demás para que le ayuden a construir hechos nuevos y más sólidos, los «demás» siguen caminos diferentes. ¿Puede contar Lyell con los catedráticos y clérigos de Oxford que enseñan historia de la Tierra, y que son los que poseen las bibliotecas, la autoridad, y el ejercicio de sus cargos? En absoluto, ya que si se desata una controversia sobre, digamos la edad de la Tierra, los colegas de Lyell pueden muy bien *interrumpir* su argumentación, apelando al mundo de Dios o a las perennes enseñanzas de la Iglesia. Incluso, si los catedráticos a los que Lyell se dirige estuvieran interesados en una historia racional de la Tierra y hubieran aceptado hablar acerca de rocas y erosión sin introducir el tema de la localización del jardín del Edén, las dimensiones del arca de Noé o la fecha del Diluvio, ¿qué pasaría si la controversia se caldease un poco? Sencillamente, no mucho, porque estos colegas han asumido el cargo como primer paso para convertirse en obispos o profesores de alguna materia más prestigiosa, como la ética. Por muchos que sean los argumentos que haya podido reunir Lyell en defensa de su postura, sus oponentes no están de ninguna manera obligados a adoptar su punto de vista. Pueden simplemente ignorarlo, dejar de lado sus argumentos, o escuchar con perplejidad y seguir enseñando su curso habitual. Para que el disidente pueda existir, hay que trabajar más.

Lo mismo puede ocurrir si Lyell emprende una controversia con los heterogéneos grupos de personas que escriben «teorías de la Tierra» por afición, pero que no viven de la geología, es decir, los *amateurs*. Existían muchos *amateurs* en este entonces, ocupados en reunir rocas y fósiles, visitando paisajes exóticos, y ofreciendo todo tipo de informes a las numerosas sociedades recientemente creadas para reunir nuevas colecciones. Por definición, un *amateur*, por más devoto y apasionado que sea, puede abandonar la discusión cuando le plazca. Por lo tanto es muy difícil para Lyell imponer un argumento y obligar al *amateur* a tomar sus afirmaciones como una caja negra, sobre todo si son contrarias a sus sentimientos, sus intereses y su pasión. No convencidos, los *amateurs* pueden seguir como siempre, sintiéndose poco interesados y poco amenazados por los numerosos aliados que Lyell pueda haber reunido en apoyo de su posición. Aunque son necesarios para recoger las rocas y los fósiles en numerosos lugares donde, tal vez, no podrían llegar los escasos geólogos, los *amateurs* constituyen un grupo sumamente indisciplinado cuando se trata de ayudar a Lyell a producir nuevos hechos.

La situación sería mucho mejor para Lyell si los clérigos accedieran a abandonar sus cargos en las universidades y se los entregasen a personas con ninguna otra ambición que quedarse *dentro* de la geología toda su vida. La geología se convertiría, entonces, en una carrera. Cuando Lyell estableciese una afirmación, sus colegas tendrían que derrotarlo, o bien aceptarla porque no tendrían ningún otro lugar donde ir. Ya no podrían seguir ignorándolo ni hacer alguna otra cosa como, por ejemplo, convertirse en obispos. También sería mejor si los amateurs siguieran ocupados recogiendo material y brindando informes, pero sin entrometerse en los debates. Se verían obligados a traer sus especímenes, a ofrecer sus colecciones, pero se quedarían *fuera* sin añadir sus propios comentarios y teorías. Un desordenado grupo de manos colaboradoras se convertiría, entonces, en una fuerza de trabajo disciplinada que ayudaría a los geólogos a producir hechos mejor documentados. Lentamente, se extraería del mundo exterior un bolsillo interior de cuestiones puramente geológicas, y podría tener lugar el duelo autor/disidente de los capítulos 1 y 2.

El problema es que, aunque Lyell hubiera tenido éxito al crear un grupo de colegas que no hicieran otra cosa que geología, ninguno de ellos podría asegurarse un salario o, al menos, ofrecerle un salario a él. Por lo tanto, Lyell tiene que ganarse la vida por cualquier otro lado, pues la pitanza de su padre no es suficiente para mantener una familia y reunir una colección. Como es un brillante conferenciante y le gusta la vida ociosa de la clase alta, una solución es dirigirse a la alta burguesía ilustrada. Sin embargo, esto le conduce a nuevas dificultades. En primer lugar, puede desperdiciar su tiempo en círculos llenos de palabrería, explicando el misterio de las rocas precámbricas al conde de Tal o la baronesa de Cual. Y si tuviera éxito

y reuniese una gran audiencia de pago, podría no quedarle tiempo para producir nuevos hechos; en consecuencia, acabaría *enseñando* la geología tal cual está, y no haciendo una nueva geología. Lyell estaría en efecto en el exterior reuniendo recursos ¡pero nunca los traería adentro!

La situación sería aún peor si, para que sus enseñanzas resultasen aceptables y comprensibles, tuviera que negociar el contenido mismo de sus lecciones con su audiencia, amable, pero frívola y no profesional. Los oyentes podrían escandalizarse por la edad que Lyell atribuye a la Tierra, pues imaginan que viven en un mundo de unos pocos miles de años de antigüedad, mientras que Lyell necesita al menos un marco de varios millones de años para su geología. Si permite al auditorio participar en la producción de los hechos, Lyell se enfrentará a un nuevo dilema: hacer más joven a la Tierra para no perder su auditorio, ¡o envejecer a la Tierra y quedarse sin nadie que asista a sus conferencias! No, lo ideal sería que esta interesada y culta audiencia pudiera pagar por la geología, esperando *fuera* a que Lyell y sus colegas la desarrollasen como más les conviniese, y luego, más tarde, se les permitiría conocer cuál es la antigüedad de la Tierra sin que intentasen negociar los hechos. Incluso esto no sería suficiente, pues estos nobles podrían ser demasiado frívolos como para esperar el tiempo necesario para que se reuniesen numerosas colecciones de cientos de fósiles. Sus intereses podrían marchitarse rápidamente, reemplazados por la nueva moda de la electricidad, el magnetismo, o la antropología. ¡No! Para que la situación sea ideal, el dinero debe afluir de forma regular e irreversible, sin depender de humores ni modas, algo tan obligatorio y regular como un *impuesto*.

Para obtener dicho resultado, Lyell tendría que interesar no sólo a la alta burguesía sino a los altos funcionarios del Estado, y convencer a alguna institución de que la geología puede tener importancia y utilidad para sus propósitos. Como vimos en el capítulo 3, parte A, esta traducción de intereses es posible si la geología es capaz de producir un gran número de hechos nuevos e inesperados que puedan ser considerados como recursos para resolver algunos de los problemas del Estado (encontrar nuevos depósitos de carbón, sustituir ciertos minerales estratégicos por otros, reclamar nuevas tierras, trazar mapas de nuevos territorios, etc.). Sin embargo, los intereses reunidos pueden mantenerse en su lugar, sólo si Lyell es capaz de hablar en nombre de numerosos objetos nuevos, lo cual supone una ciencia ya existente. Y viceversa, la producción de hechos sólidos es imposible sin el trabajo colectivo de muchos científicos con dedicación completa y devotos amateurs que excavan la roca, visitan valles y cañones agrietados, reconocen el terreno y traen enormes colecciones de piedras y fósiles al museo de historia natural, como lo hacían los geólogos franceses en el París de entonces.

En los comienzos de esta ciencia, Lyell se halla en un círculo vicioso: una geología mal fundamentada no interesará al Estado, y por lo tanto seguirá siendo demasiado débil para resistir la competencia de otras disciplinas y prioridades. Esto es lo opuesto al punto de inicio de todas nuestras historias hasta ahora, en las cuales todos colaboraban en el fortalecimiento de los laboratorios de científicos e ingenieros. En lugar de ser bienvenido por altos funcionarios, periodistas, clérigos, estudiantes e industriales, Lyell sencillamente puede ser ignorado. Incluso si intenta, por así decirlo, hacer una propaganda excesiva de su disciplina *antes* de que se hayan logrado resultados, puede correr un nuevo riesgo. Organizar la profesión, imponer rigurosos criterios sobre la formación de jóvenes colegas, promover nuevas formas de cerrar controversias, nuevas publicaciones, nuevos museos, expulsar a los *amateurs*, procurar la aprobación del Estado, publicar los futuros resultados de su disciplina, todo eso lleva tiempo, tanto tiempo que Lyell, una vez más, puede no ser capaz de contribuir a la reformulación que se propone de la Tierra.

Por supuesto, podría apelar por escrito a un público mucho más amplio, como lo hizo, por ejemplo, en sus Principios de Geología. Si este libro se convirtiera en un best seller, entonces Lyell tendría dinero para reunir nuevos recursos y producir nuevos hechos. Pero esto significa correr otro riesgo. ¿Cómo debería dirigirse al público? Si sus Principios han de interesar a todo el mundo, tiene que eliminar los detalles técnicos, pero entonces podría convertirse en uno de esos amateurs, popularizadores y panfletistas de la geología, y no en un geólogo. Pero si el libro de Lyell participa en controversias y reformula las creencias de la gente mediante la introducción de nuevos recursos, sabemos lo que sucederá (capítulo 1); el libro se volverá técnico, tan técnico que no quedará nadie que lo lea. Lyell seguirá todavía sin dinero para proseguir su investigación.

Incluso si Lyell es lo bastante inteligente como para resolver este problema, luego puede tropezar con otro más. Si la geología tiene éxito en reformular la historia de la Tierra, sus dimensiones, composición y antigüedad, por la misma razón resulta también extremadamente chocante e inusual. El libro comienza en un mundo creado por la voluntad de Dios hace 6000 años, y acaba con algunos pobres ingleses perdidos en los eones del tiempo, precedidos por cientos de Diluvios y cientos de miles de especies distintas. El impacto podría ser tan violento que toda Inglaterra se alzara en armas contra los geólogos, llevando al descrédito a la disciplina entera. Por el contrario, si Lyell suaviza demasiado el golpe, entonces ya no se tratará de un libro acerca de nuevos hechos, sino de un cuidadoso compromiso entre el sentido común y la opinión de los geólogos. Esta negociación es tanto más difícil si la nueva disciplina no sólo va contra las enseñanzas de la Iglesia, sino también contra las propias creencias de Lyell, como ocurre con el tema del surgimiento de la humanidad en la historia de la Tierra, que Lyell prefirió mantener como algo reciente y milagroso a pesar de sus otras teorías. ¿Cómo es posible decir, al mismo tiempo, que es útil para todos, pero que va contra las creencias de todos? ¿Cómo es posible convencer a la alta burguesía y simultáneamente destruir la autoridad del sentido común? ¿Cómo es posible que afirme que es moralmente necesario desarrollar la geología, mientras se atormenta en privado acerca de la posición de la humanidad en la Naturaleza?

¡No es trabajo fácil ser científico antes de que ese trabajo exista! Antes de que los demás puedan poner los pies en la geología, Lyell ha de luchar en el exterior, en todos los frentes al mismo tiempo. Tiene que eliminar a los *amateurs* (pero necesita retenerlos como fuerza disciplinada; debe complacer a la burguesía y recolectar sus fondos) manteniéndolos, sin embargo, a prudente distancia para no perder el tiempo ni discutir sus opiniones; tiene que probar al Estado que la geología es lo más importante que existe sobre la Tierra, un obligado punto de paso para las cosas que quiere hacer y que, por esa razón, debe ofrecer empleos bien pagados (pero también tiene que retrasar las expectativas del Estado, hacerles imposible el escrutinio, evitar todas sus incursiones, y forzarlo a no preguntar nada a cambio; debe combatir continuamente con la Iglesia y los catedráticos), pero también encontrar la forma de introducir, a hurtadillas, a los geólogos dentro de los viejos planes de estudio de las universidades, en las que puedan obtener algunos cargos; finalmente, tiene que apelar al apoyo y entusiasmo de la multitud (¡pero debe hacerlo sin escandalizarla mientras hace añicos su visión del mundo!). Sí, y hay otra cosa que debe también hacer, además de toda esa lucha: investigación en geología. Sólo cuando las batallas anteriores se hayan vencido en parte, podrá ganarse el apoyo de sus colegas para la construcción colectiva de nuevos argumentos acerca de la Tierra.[2]

b) Un punto de paso no obligado

Lyell tuvo que crear simultáneamente el exterior y el interior de la geología. Al principio todo el mundo podía pasar sin él; al finalizar el siglo, la geología se había vuelto indispensable para multitud de otras ciencias, profesiones, industrias y empresas estatales. Los geólogos que trabajan un siglo después que Lyell se parecen mucho a los disidentes y constructores de hechos de los otros capítulos; al igual que ellos, deben complacer los intereses de los demás. Aunque tienen que ser inteligentes e interesantes, no se les interroga acerca de la importancia básica de su disciplina. Casi todo el trabajo de base para convertirse en indispensables ya está hecho.

Para Joao Dellacruz la distancia desde su taller de eléctronica en San Pablo, Brasil, parece infinita y de dusosa importancia.[3] Se siente verdaderamente solo y prescindible, y su situación es mucho peor que la de Lyell. Desde hace ya ocho años ha estado trabajando en el diseño de un nuevo chip electrónico MOS, aprovechando una iniciativa colectiva de la industria, el gobierno militar y la universidad, que querían que Brasil fuera autosuficiente en la construcción de ordenadores. Joao y su jefe argumentaban en ese momento que también era necesario que Brasil fuera independiente en la fabricación de chips, y que era mejor comenzar con los diseños más avanzados para así saltar por encima de las generaciones de chips más antiguas. Se les proporcionó una pequeña suma de dinero para equipar un taller y explorar la arquitectura de otros chips MOS diseñados en universidades estadounidenses y japonesas.

Durante un año o dos pensaron que estarían en el centro de un inmenso movimiento nacionalista, para crear un ordenador cien por cien brasileño. Su taller se convertiría en punto de paso obligado para técnicos, estudiantes, militares y electrónicos industriales. «Aquel que controle los chips», solían bromear, «dirigirá la industria de los ordenadores». Por desgracia, ellos eran los únicos convencidos de ese orden de prioridades. Los militares titubeaban, y no se impuso limitación alguna a la importación de chips del extranjero (únicamente a la importación de ordenadores). El laboratorio de Joao ya no era el centro de una posible empresa industrial. Los chips importados eran más baratos y mejores que cualquiera de los que ellos pudieran diseñar. Más aún, se compraban y vendían a miles, mientras que Joao y su jefe, privados ahora de una posible alianza con la industria, podían diseñar sólo unos pocos prototipos y no tenían clientes que ayudaran a su depuración.

Los dos ingenieros electrónicos intentaron entonces convertirse en el centro, no ya de la industria, sino de alguna investigación universitaria. Joao modificó sus objetivos y decidió hacer el doctorado. El problema era que no había otros profesores en Brasil trabajando sobre chips MOS. Por suerte, consiguió luego una beca para ir a Bélgica, donde su jefe había estudiado. Joao trabajó duro con un estipendio muy reducido, tan reducido que, dos años después, tuvo que regresar a San Pablo. Una vez allí, las cosas fueron realmente mal. Los instrumentos con los que había estudiado sus chips en Lovaina eran tan superiores a los que tenía en su laboratorio que ninguno de los resultados que había obtenido en Bélgica eran reproducibles en San Pablo. El intrincado circuito era sencillamente invisible. Para empeorar las cosas, pronto se enteró de que su jefe (quien todavía era su supervisor de tesis) estaba tan disgustado por el estado de la investigación en Brasil, que había decidido marcharse a trabajar a Bélgica. Cinco años después del inicio de su estudio, Joao no había escrito ni una sola página de su tesis. Su único tesoro eran algunas preciosas placas fabricadas según el proceso MOS. «Con esto», pensó, «siempre podré emprender una pequeña industria si mi suerte cambia». Mientras tanto, los japoneses ya estaban vendiendo chips MOS cientos de veces más poderosos que los suyos. Y, aún más, el comité estatal había rechazado su solicitud de subvención para un nuevo diseñador automático de chips, argumentando que no había suficientes investigadores en ese campo para justificar el gasto. ¡El lector podrá hacerse una idea de la desesperación de Joao sabiendo que la tasa de inflación era ahora del 300 %, mientras que su ya reducido salario se ajustaba sólo una vez por semestre! Joao se estaba volviendo tan pobre que consideraba la posibilidad de un tercer trabajo por horas (además de su investigación y sus numerosas clases particulares). Acudía tan poco al taller que su equipo, obsoleto de todos modos, era usado por la universidad cercana para la enseñanza. Sin embargo, estaba orgulloso de haber sido elegido por el Gobierno para aconsejarles qué firma japonesa habría de preferirse para establecer una fábrica automatizada de chips MOS, en algún lugar del norte de Brasil...

Es realmente una historia muy triste, pero, por cierto, más frecuente que las historias de éxito relatadas en capítulos anteriores. Joao no puede crear una especialidad, por más lejos que vaya al exterior. Su taller no es el centro de nada, y se convierte en el anexo de una institución de enseñanza. Su tesis no es el texto que todos los investigadores citan y tienen en cuenta; ni siquiera ha sido escrita. Sus chips no son el único diseño que puede sujetar entre sí los intereses reunidos de industria, Gobierno, militares, consumidores y periodistas; se ha transformado en una obsoleta pieza tecnológica, un prototipo sin sentido que nadie usará. En lugar de poder establecerse como un laboratorio que fuera punto de paso obligado para un sinnúmero de gente, el taller de Joao es un lugar por el que nadie tiene que pasar. No se encuentra situado estratégicamente entre las metas de alguien y el cumplimiento de esas metas, lo cual significa, como ya vimos en el último capítulo, que Joao *no interesa a nadie.*

La charla con Joao revela una historia aún más triste. Toda la gente que he presentado hasta ahora tenía que resistir contra los disidentes. Para eso, debían escribir más artículos técnicos, construir mayores laboratorios, o alinear muchas manos colaboradoras. ¿Pero quién es la gente a la que Joao puede desafiar? ¿Quiénes pueden rebatir sus afirmaciones? ¿El Gobierno? ¿Los militares? ¿El comité estatal de subvenciones? No, porque ninguno de ellos tiene noticia del trabajo de Joao y están situados *fuera* del intrincado diseño del circuito del chip MOS. ¿Podrían ser sus colegas? No, porque no tiene colegas, y aquellos que existen, allá lejos en Japón y Estados Unidos, van demasiado a la cabeza como para interesarse por el trabajo de Joao. El único que podría seguir interesado, su supervisor de tesis, ahora se ha marchado, dejando a Joao como el único de su especialidad en todo el país.

¿Qué sucede con el interior de una especialidad formada por una sola persona? Esta es la pregunta que hace que Joao se sienta tan abatido: el interior también desaparece. Como no tiene a nadie con quien discutir el borrador de sus artículos, a nadie para ensayar los vínculos que ha efectuado entre las distintas partes de la arquitectura del chip, a nadie a quien pueda someter sus propuestas de pruebas de fuerza, a nadie para depurar sus prototipos, Joao acaba *no sabiendo* qué es real y qué es ficticio en la tecnología MOS. Empleando los términos que he definido en el capítulo 2, Joao no sabe qué es objetivo y qué subjetivo. Como a Robinson Crusoe en su isla, las fronteras entre el soñar despierto y las percepciones le resultan confusas, ya que no tiene a nadie con quien disentir y así crear una diferencia entre hechos y artefactos. Joao siente que la retórica de la ciencia que vimos en la parte 1 de este libro va por otro lado: sus artículos son cada vez menos y menos técnicos (ahora escribe sólo para revistas de actualidad; sus argumentos se vuelven cada vez más vulgares) evita discusiones con otros expertos extranjeros. Joao percibe que se ha quedado fuera de la carrera de pruebas, lo cual se acentúa cada día que pasa. Comenzar una nueva investigación casi es imposible. Su equipo es demasiado anticuado,

los japoneses demasiado avanzados, y a su propio conocimiento le falta práctica. La especialidad, constituida por un solo miembro, pronto no contendrá nada especial. Joao será un «ex ingeniero» que apenas sobrevive dando lecciones y escribiendo artículos científicos de popularización. Realmente teme que la especialidad pronto no tenga, en Brasil al menos, ni apoyo exterior, ni siquiera existencia interna.

La primera lección que debe extraerse de este desafortunado ejemplo es que existe una relación directa entre las dimensiones del reclutamiento exterior de recursos, y la cantidad de trabajo que puede hacerse en el interior. Cuanto menos se interesa la gente por el taller de Joao, menos conoce y aprende Joao. Así, en lugar de ensayar nuevos objetos que sean luego capaces de cohesionar a los grupos interesados, Joao se acobarda y sale del laboratorio con las manos vacías.

La segunda lección que nos ofrece el ejemplo es que un especialista *aislado* constituye una contradicción en los términos. O estás aislado, y muy pronto dejas de ser un especialista, o sigues siendo un especialista, lo cual significa que no estás aislado. Otros, que están *tan especializados como tú*, ensayan tu material tan encarnizadamente que pueden empujar la carrera de pruebas a un punto en que todos tus recursos sean apenas suficientes para ganar la partida. Un especialista es un contraespecialista, de la misma manera que un artículo técnico es un contraartículo (capítulo 1), o que un laboratorio es un contralaboratorio (capítulo 2). Cuando la cantidad de recursos resulta lo bastante grande, se pueden reclutar y contraponer entre sí a muchos contraespecialistas. La disensión, a su vez, eleva el costo de la carrera de pruebas, multiplica las pruebas de fuerza, rediseña nuevos objetos que, a su vez, pueden emplearse para trasladar más intereses externos, y así sucesivamente. Pero en tanto la investigación sobre los motores de combustión interna, la neuroendocrinología, la geología o el diseño de chips no existan todavía como trabajos, no hay ningún especialista dentro, ni ningún grupo interesado fuera.

2. CONVERTIR LOS LABORATORIOS EN ALGO INDISPENSABLE

Ahora que empezamos a darnos cuenta de lo que pasa con la ciencia en formación cuando no se hace el trabajo de base preliminar, exploremos el diario de un aplicado profano que decidió seguir los pasos del director del laboratorio, que en lo sucesivo llamaré «el jefe», situado en California.[4]

> 13 de marzo: todo está bien, se puede localizar fácilmente al jefe en su mesa de trabajo, realizando experimentos con la pandorina.
> 14 de marzo: el jefe ha pasado casi todo el tiempo en la oficina respondiendo llamadas telefónicas de 12 colegas sucesivos, a quienes escribió acerca de su nueva pandorina (cuatro en San Francisco, dos en Escocia, cinco en Francia, uno en Suiza); no he podido escuchar lo que decía.
> 15 de marzo: casi pierdo el avión. El jefe voló a Aberdeen para encontrarse con un colega que niega que la pandorina sea una sustancia real e independiente con alguna significación fisiológica. Mientras estaba en Aberdeen, siguió telefoneando a toda Europa.
> 16 de marzo: (por la mañana) otro avión al sur de Francia; el jefe es recibido por los directores de una gran empresa farmacéutica; apenas si pude coger un taxi; discutieron todo el día sobre cómo patentar, producir e iniciar ensayos clínicos de la pandorina y un sinnúmero de otras sustancias.
> (Por la tarde) nos detenemos en París para discutir con el Ministerio de Sanidad la creación de un nuevo laboratorio en Francia para promover la investigación sobre péptidos cerebrales; el jefe se queja de la política francesa y su burocracia; redacta una lista de nombres de personas que, tal vez, se podrían añadir a este nuevo laboratorio; discuten el espacio, los salarios y los permisos de trabajo; el ministro promete suavizar las normativas para este proyecto.
> 17 de marzo: el jefe desayuna con un científico que ha volado desde Estocolmo, para mostrarle cómo su nuevo instrumento era capaz de localizar rastros de pandorina en el cerebro de ratas; los gráficos son hermosos; el jefe habla de comprar el instrumento; entrega al otro científico algunas muestras de pandorina para futuras pruebas.
> (Por la tarde) exhausto, me pierdo la ceremonia en la Sorbona en donde el jefe recibe un título honorario de la universidad. Llegué a tiempo para la conferencia de prensa que ofreció después; los periodistas están muy sorprendidos, pues el jefe censura con dureza la política científica francesa; pide a todos que se preparen para una nueva revolución en la investigación cerebral, cuyo primer precursor es la pandorina; ataca a los periodistas que dan una imagen negativa de la ciencia y están siempre a la caza de nuevas sensaciones y descubrimientos revolucionarios. Después de una copas propone a algunos colegas la creación de un comité científico que obligaría a los periodistas a comportarse y a no propagar afirmaciones infundadas.
> (Por la noche) llegamos a Washington; me tranquiliza ver que el jefe también parece cansado.
> 18 de marzo: (por la mañana) gran reunión en el Despacho Oval con el Presidente y representantes de pacientes diabéticos; el jefe hace un discurso muy conmovedor explicando que la investigación pronto va a tener éxito, que siempre es algo lento, que la burocracia es uno de los principales problemas, y que se necesita mucho dinero para formar jóvenes investigadores; los familiares de los diabéticos responden y piden al Presidente dar prioridad a esta investigación y facilitar todo lo posible el ensayo de las nuevas drogas del laboratorio del jefe; el Presidente promete que hará lo posible.
> (Almuerzo) el jefe tiene un almuerzo de trabajo en la National Academy of Science; intenta convencer a sus colegas para crear una nueva subsección; explica que sin ella todos sus colegas en esta nueva disciplina se perderán, ya sea en la fisiología o en la neurología, y su contribución no se recompensará como debiera; «debemos ser más visibles», dice; discuten cómo votar en contra de otro colega, pero estoy tres mesas más allá y no puedo escuchar de quién se trata.
> (Primeras horas de la tarde) llego algo tarde a la reunión de junta de la revista *Endocrinología*; no puedo escabullirme dentro de la sala; sólo supe por la secretaria que el jefe se queja de que la disciplina está mal representada, y acerca de malos *referees* que rechazan multitud de buenos artículos porque no saben nada acerca de la nueva disciplina; «deben traerse más científicos del cerebro».
> (En el avión) el jefe corrige un artículo que un amigo jesuita le pidió que escribiese, sobre las relaciones entre ciencia del cerebro y misticismo; el jefe explica que la pandorina es probablemente lo que daba a San Juan de la Cruz su «fuerza»; también agrega, de paso, que el psicoanálisis ha muerto.
> (Más tarde) llegamos a la universidad justo a tiempo para su clase; finaliza comentando los nuevos descubrimientos y lo importante que es el ingreso de hombres jóvenes y brillantes en este floreciente campo lleno de oportunidades; después de la clase mantiene una breve reunión de trabajo con sus ayudantes y discuten un nuevo currículo para incluir más biología molecular, menos matemática, y más informática; «es crucial», dice, «que consigamos gente con la formación adecuada; los que tenemos ahora no sirven».

(Al atardecer) (en blanco, demasiado exhausto para seguir).
19 de marzo: ¡Cuando llego, el jefe ya estaba allí! Había olvidado que era el día de la visita al lugar para una de sus subvenciones, un asunto de un millón de dólares; los visitantes están tratando con medio mundo, probando cada proyecto; el jefe se mantiene apartado en su oficina «para no influir a los visitantes ni al personal». Me pierdo la comida oficial.
20 de marzo: (por la mañana) el jefe está en un hospital psiquiátrico intentando convencer a los médicos de que establezcan un primer ensayo clínico de la pandorina sobre esquizofrénicos; lamentablemente los pacientes están tan sobrecargados de medicamentos que será difícil aislar el efecto de la pandorina; sugiere que los médicos y él escriban un artículo conjunto.
(Primeras horas de la tarde) nos damos una vuelta por un matadero; el jefe trata de convencer al responsable del «equipo de inventores», no conozco la palabra técnica, para que prueben otro sistema de decapitar las ovejas y no dañar, así, el hipotálamo; la discusión parece fuerte; tengo tantas nauseas que no escucho ni una palabra.
(Al atardecer) el jefe le da un buen rapapolvo a un joven posgraduado que no esbozó el artículo sobre la pandorina en su ausencia; decide con sus colaboradores cuál de las nuevas generaciones del cromatógrafo líquido de alta presión hay que comprar; continúan estudiando las nuevas cifras obtenidas esta mañana sobre una muestra purificada de pandorina.

Podemos interrumpir la lectura del diario en este punto. Aunque sea una semana muy ocupada, dista de ser inusual. Seguir a un científico puede ser una tarea agotadora, y obliga al que lo sigue a *visitar* muchas partes del mundo y muchos más grupos sociales de lo que se podía esperar: altos funcionarios, corporaciones, universidades, periodistas, personalidades religiosas, colegas, etc.

¿Cómo podemos definir la forma de hacer investigación del jefe del 13 al 18 de marzo? Para responder la pregunta, debemos considerar a otro aplicado profano que, durante la misma semana, siguió los pasos, no del jefe, sino de una de sus colaboradoras. Al contrario que el primer inspector, este no se tuvo que mover del laboratorio; ella permaneció allí toda la semana, 12 horas diarias en su mesa de trabajo o en la oficina, sometiendo la pandorina al tipo de pruebas que hemos descrito en el capítulo 2. Si respondió unas cuantas llamadas telefónicas, fueron de su jefe o de colegas ocupados en la misma tarea en otras instituciones, o de proveedores. Preguntada acerca del viaje de su jefe, pareció un poco condescendiente. Quiere estar alejada de los abogados, la industria e incluso el Gobierno. «Unicamente hago ciencia», dice. «Ciencia básica, ciencia sólida».

Mientras ella permanece en el laboratorio, el jefe se mueve por todo el mundo. ¿Es que sencillamente el jefe está cansado del trabajo de laboratorio? ¿O es demasiado viejo para hacer una investigación que valga la pena? (esto es lo que se murmura a menudo en el laboratorio a la hora del café). Los mismos gruñidos recibe el constante politiqueo de West en la historia de Kidder.[5] West está siempre de aquí para allá, de oficinas generales a empresas publicitarias, y de allí a ferias de electrónica. Mientras está fuera, los chavales trabajan como enanos, aislados por completo de cualquier dificultad política o económica. Cada uno de ellos trabaja sólo sobre un microcódigo.

Este caso evidencia lo importante que es decidir a quién estudiar. Según a qué científico se siga, surgirán imágenes de la tecnociencia enteramente distintas. Seguir sólo a West o al jefe ofrecerá una visión del científico como hombre de negocios (mezcla de política, negociación de contratos, y relaciones públicas); seguir los pasos de los chavales o de la colaboradora nos proporcionará la versión clásica de los científicos de bata blanca, trabajando duro, absortos en sus experimentos. En el primer caso, nos movemos constantemente *fuera* del laboratorio; en el segundo, permanecemos sin movernos *dentro* de lo más profundo del laboratorio. ¿Quién hace realmente la investigación? ¿Dónde se hace en verdad la investigación?

Una primera respuesta llega cuando los dos observadores enviados a estudiar el laboratorio del jefe, comparan sus diarios al final de un largo año de observación. Ven que a la colaboradora se le aceptó un artículo en una nueva sección de la revista *Endocrinología* (sección creada por el jefe); que ha podido contratar a un nuevo técnico gracias a una beca especial de la Asociación de Diabéticos (después del discurso que dio el jefe en la Casa Blanca); que ahora consigue hipotálamos frescos en el matadero, cortados mucho más limpiamente que antes (como resultado de las quejas del jefe); de que tiene dos estudiantes graduados, atraídos por su trabajo, después de haber asistido al curso que dio el jefe en la universidad; que ahora considera un puesto que le ofrece el Ministerio de Sanidad francés para instalar un nuevo laboratorio (gracias a largas negociaciones del jefe con altos funcionarios franceses); que posee un instrumento totalmente nuevo procedente de una firma suiza para trazar, minuto a minuto, el mapa de las cantidades de péptidos en el cerebro (en parte debido a la intervención del jefe en la creación de la empresa).

Resumiendo, ella puede estar profundamente sumida en su trabajo de laboratorio *porque* el jefe está siempre fuera para traer nuevos recursos y apoyos. Cuanto más se empeñe en hacer «sólo ciencia», más costosos y prolongados serán sus experimentos, y más tendrá el jefe que rodar por el mundo, explicando a todos que su trabajo es la cosa más importante sobre la Tierra. La misma división del trabajo se da con West y su equipo. Es *porque* West ha sido capaz de convencer a la compañía de que le dejen ensayar el proyecto Eagle, que los jóvenes son capaces de diseñar, por vez primera en sus carreras, un ordenador completamente nuevo. Cuanto más quieren trabajar «únicamente en cuestiones técnicas»,más gente tiene que seducir West.

La consecuencia de este doble movimiento es un trueque entre la intensidad de la campaña para interesar a la gente «fuera» y la intensidad del trabajo que debe hacerse «dentro». Como vimos en el último capítulo, este trueque se debe al hecho de que el interés de toda la gente «interesada» sólo perdurará si, por ejemplo, el nuevo ordenador y la nueva pandorina pueden vincularlos entre sí y convertirse en punto de paso obligado para poder proseguir con su trabajo habitual. Para conseguir eso, el *Eagle tiene que estar* completamente depurado, y la pandorina *tiene que ser* un hecho indiscutible; cuando la excesiva propaganda de West y el bluff del jefe se denuncien, todos los datos que muestren deben resistir las pruebas de fuerza. Debido a este trueque entre lo que se ha prometido fuera y lo que hay dentro, se desplaza una enorme presión hacia los colaboradores. Todos deben trabajar duro y someter al *Eagle* y a la pandorina a todas las pruebas posibles; comprar los mejores equipos y reclutar a los graduados más brillantes. Es cuando están sometidos a esta enorme presión que dicen «hacemos únicamente ciencia».

La primera lección que debe extraerse de estos ejemplos parece bastante inocua: la tecnociencia tiene un interior porque tiene un exterior. Hay un rizo de retroalimentación positiva en esta inofensiva definición: cuanto más grande, más sólida, más pura sea la ciencia en el interior, *más lejos tienen que ir los otros científicos al exterior*. Es debido a esta retroalimentación que, si entramos en un laboratorio, no veremos ni relaciones públicas, ni política, ni problemas éticos, ni lucha de clases, ni abogados; veremos a la ciencia aislada de la sociedad. Pero este aislamiento existe sólo en la medida en que otros científicos se ocupen constantemente de reclutar inversores, de interesar y convencer a la gente. Los científicos puros son como

polluelos desvalidos, mientras los adultos se afanan en construir el nido y alimentarles. Es porque West o el jefe son tan activos fuera, que los chavales o la colaboradora están tan bien atrincherados en el interior de la ciencia pura. Si separamos estos aspectos, interior y exterior, nuestro viaje por la tecnociencia resultará por completo imposible. En cada cruce de caminos no sabremos a quién seguir. Por el contrario, está claro que tenemos que actuar como Kidder y, de ahora en adelante, disociar nuestra atención y seguir tanto a los puramente técnicos (como lo hicimos en los capítulos 1, 2 y 3) como a los «impuramente» técnicos. Nuestro viejo amigo el disidente de los capítulos 1 y 2, o el constructor de hechos, podían ser tan obcecados sólo porque otra gente se ocupaba de trabajar fuera; todavía tenemos que seguir a esta gente.

3. ¿DE QUÉ ESTÁ HECHA LA TECNOCIENCIA?

He retratado tres situaciones muy opuestas: en el caso anterior la ciencia a estudiar estaba claramente dividida en una vasta parte interior (los laboratorios) y una gran parte exterior, que orquestaba la campaña de reclutamiento; en los dos primeros casos, los científicos luchaban para *crear una diferencia* entre una especialidad interna (en la que podrían luego trabajar) y una mezcla externa de intereses contradictorios (que atravesaban su especialidad y amenazaban con destrozarla por completo). Por más diferentes que sean los tres ejemplos, dos rasgos permanecen constantes. En primer lugar, la habilidad para trabajar en un laboratorio, junto a aplicados colegas, dependía del éxito que tuvieran otros científicos en reunir recursos. En segundo lugar, este éxito, a su vez, dependía de cuánta gente hubiera sido convencida por los científicos de que el rodeo a través del laboratorio era necesario para conseguir *sus propias metas*.

a) «Después de todo, ¿quién hace ciencia realmente?»

¿Qué significa la expresión «sus metas»? Como sabemos, designa una *ambigua* traducción de los intereses de los científicos y de otra gente. Por ejemplo, si el jefe tiene tanto éxito cuando habla con el ministro, con el Presidente, con la Asociación de Diabéticos, con sus estudiantes, con sus abogados, con el director de una industria farmacéutica, con periodistas y colegas académicos, significa que *ellos* piensan que están persiguiendo *sus propias metas* cuando lo ayudan a extender *su* laboratorio. Lo mismo puede aplicarse a West. Su grupo está entusiasmado en construir un nuevo ordenador y vencer al centro de investigación de Carolina del Norte; todos están dispuestos a trabajar por ello 12 horas diarias, siete días a la semana. Sin embargo, al final, es la participación en el mercado de Data General lo que ha aumentado, y es De Castro, el gran jefe, quien se siente más complacido que nadie. Los intereses de los chicos, los de West, los de De Castro y los de la Junta Directiva de Data General estaban todos alineados, al menos durante unos meses. Precisamente este *alineamiento* es lo que falta en los otros dos ejemplos. La Iglesia, las universidades, la alta burguesía, el Estado, el público, los *amateurs*, los colegas geólogos, todos tienen intereses acerca de si hay que permitir que Lyell desarrolle una geología independiente; cuando Lyell habla de sus propios intereses, nadie más cree, al principio, que también quiera decir «vuestros intereses». Todavía se suceden difíciles negociaciones para mantener a raya todas estas voluntades contradictorias. En el caso de Joao, está claro que los intereses se hallan en desacuerdo. Cuando habla de sus propios objetivos, nadie más en el mundo piensa que también esté hablando de sus objetivos: ni los militares, ni los industriales, ni sus colegas. La relación entre Joao y los demás es tan *poco ambigua* que imposibilita cualquier comunidad de intereses.

Por lo tanto, y resumiendo, cuando científicos e ingenieros tienen éxito al crear un ancho mundo interior, significa que *otros* están trabajando más o menos hacia los mismos objetivos; cuando no tienen éxito, quiere decir que científicos e ingenieros *se quedan solos* en su camino. Esto suena a paradoja: cuando los científicos parecen completamente independientes, rodeados sólo de colegas que piensan en su ciencia de forma obsesiva, significa que son totalmente dependientes, alineados con los intereses de mucha otra gente; y a la inversa, cuando son realmente independientes, no consiguen los recursos con los cuales equipar un laboratorio, ganarse la vida o reclutar a otro colega que pueda comprender lo que hacen. Esta paradoja es simplemente la consecuencia del mecanismo de retroalimentación que presenté en las dos secciones anteriores: cuanto más *esotérica* sea una parte de la tecnociencia, más *exotérico* ha de ser el reclutamiento de gente. Esto suena a paradójico sólo porque separamos los dos aspectos; así, tendemos a pensar que un taller con pocos medios está más ligado a intereses externos que uno bien provisto, mientras que es pobre porque está menos relacionado con ellos; y a la inversa, cuando visitamos un gigantesco ciclotrón, nos inclinamos a pensar que está más alejado de los intereses directos de cualquiera, mientras que está alejado sólo gracias a sus estrechos vínculos con millones de personas. Este error ocurre porque olvidamos seguir a los científicos en el interior y en el exterior al mismo tiempo; olvidamos las numerosas negociaciones que los últimos han tenido que llevar adelante para que los primeros puedan existir.

Reflexionemos un instante sobre esta relación inversa. ¿No nos topamos con una grave dificultad, que podría llegar a detener nuestro viaje por la tecnociencia, al preguntarnos *quién hace ciencia realmente*? Si respondemos «la gente que trabaja en los laboratorios, por supuesto», sabemos por el ejemplo de Lyell o de Joao que esta respuesta es burdamente incompleta, ya que por sí mismos no pudieron ni siquiera ganarse la vida o suscitar una controversia. Por lo tanto debemos *completar* la lista de gente que hace ciencia. Pero, si incluimos en la lista a todos los partidarios necesarios para transformar a científicos aislados y desvalidos en personas como West o el jefe, nos topamos con un absurdo manifiesto: ¿podemos decir que De Castro, el ministro de Sanidad, la Junta Directiva, el Presidente, todos *están haciendo ciencia*? Por una parte sí, pues es para convencerles de por qué West y el jefe trabajaban tan duro por sus laboratorios. Por otra parte no, pues ninguno de estos partidarios convencidos trabaja en el laboratorio. Nos encontramos entonces ante un dilema, con lo que tenemos dos respuestas igualmente ridículas. Como nuestro objetivo es seguir a aquellos que hacen tecnociencia, ¡nuestra investigación se detiene si ya no podemos decidir quién hace realmente el trabajo!

Por supuesto, si seguimos la lógica de la primera respuesta podemos salir de la dificultad. Este método, aceptado por la mayoría de los analistas, es justamente el que no podemos emplear. Implica decir que la larga lista de personas que apoyan los laboratorios constituye una necesaria *precondición* para que la tecnociencia exista como receptáculo de conocimiento puro. En otras palabras, aunque toda esta gente es necesaria para proporcionar recursos, no da forma al contenido mismo de la ciencia ya elaborada. De acuerdo con ese punto de vista, hay que trazar una verdadera frontera entre el interior y el exterior. Si seguimos a los que están fuera, nos encontraremos con una serie de políticos, hombres de negocios, profesores, abogados, etc. Si permanecemos dentro, sólo nos quedaremos con el meollo de la ciencia. Según esta división, el primer grupo ha de ser considerado como una especie de mal necesario para que el segundo grupo pueda trabajar tranquilamente. La consecuencia

es que todo el conocimiento que uno pueda adquirir sobre el primer grupo no nos enseña *nada* acerca del segundo: el reparto de personajes y las tramas en las que participan serán totalmente distintos. Este divorcio entre contexto y contenido es a menudo llamado división interno/externo. Los científicos están dentro, abstraídos del mundo exterior que puede influir únicamente sus condiciones de trabajo y su velocidad de desarrollo.

Espero que haya quedado claro a los lectores que, si tuviéramos que aceptar esta división, sería el fin de nuestro viaje. Todos nuestros ejemplos han esbozado una mezcla constante, hacia uno y otro lado, entre el mundo exterior y el laboratorio; ahora se alza entre los dos una barrera inamovible. He sugerido implícitamente (y a continuación ofreceré su esqueleto) una anatomía diferente de la tecnociencia: una anatomía en la que la división entre lo interno y lo externo se convierte en el resultado provisional de una relación inversa entre el reclutamiento «exterior» de intereses (el sociograma) y el reclutamiento «interior» de nuevos aliados (el tecnograma). Cada paso que se da a lo largo del camino altera la constitución de lo que está «dentro» y lo que está «fuera».

Existen dos soluciones al problema que plantea una definición groseramente incompleta de la ciencia, contra otra definición increíblemente amplia de la misma: o levantar una inamovible barrera teórica entre «interior» y «exterior», o trazar un límite empírico y variable entre ellos. La primera solución proporciona *dos historias distintas*, según de dónde se parta (y lleva a este libro a su fin); la segunda solución acaba ofreciendo *la misma historia*, se parta del interior o del exterior (¡y permite que este libro continúe!).

b) Todos tienen que colaborar

Para decidir entre las dos versiones, volvamos a la segunda sección y tracemos un mapa simplificado de los viajes del jefe. Debemos recordar que «hacer ciencia» significaba dos cosas diferentes para la colaboradora que trabajaba dentro del laboratorio y para el jefe que viajaba por el exterior. Sin embargo, el ejemplo dejaba claro que ambos hacían ciencia, puesto que los recursos desviados por el jefe eran luego activados por la colaboradora; y a la inversa, el jefe convertía de inmediato en recursos cada nuevo objeto que la colaboradora extraía del laboratorio, para así asegurar nuevas fuentes de apoyo. Este proceso, proseguido por la colaboradora y el jefe al mismo tiempo, tiene la forma de un bucle o ciclo. No obstante, como vimos en la primera sección, el bucle puede girar *hacia dentro* o *hacia fuera*: la ciencia puede encogerse tanto que no haya distinción entre colaborador y jefe, y que poco después no haya ni nuevos objetos ni partidarios; o bien puede girar en el sentido que hace que la ciencia *crezca*. ¿Qué significa esto? Como mostré en la figura 4.1, significa que más y más elementos se incorporan al ciclo. He dividido artificialmente estos elementos en dinero, fuerza de trabajo, instrumentos, nuevos objetos, argumentos e innovaciones, y he esbozado sólo tres ciclos completos.

Comencemos con la gente que proporciona el dinero. Al principio, el jefe simplemente recibe fondos; a mitad del círculo encabeza numerosos comités nacionales que deciden quién debe recibir el dinero; al final, es parte de la clase gobernante que legisla sobre la cantidad de dinero que ha de otorgarse, a qué ciencia, y a través de qué sistema deben asignarse y controlarse los fondos. Al principio, poca gente vinculaba su destino a la empresa del jefe; al final, mucha.

Yendo en sentido contrario al de las agujas del reloj, encontramos la fuerza de trabajo que el jefe debe reclutar una vez tiene el dinero. Al principio hace todo el

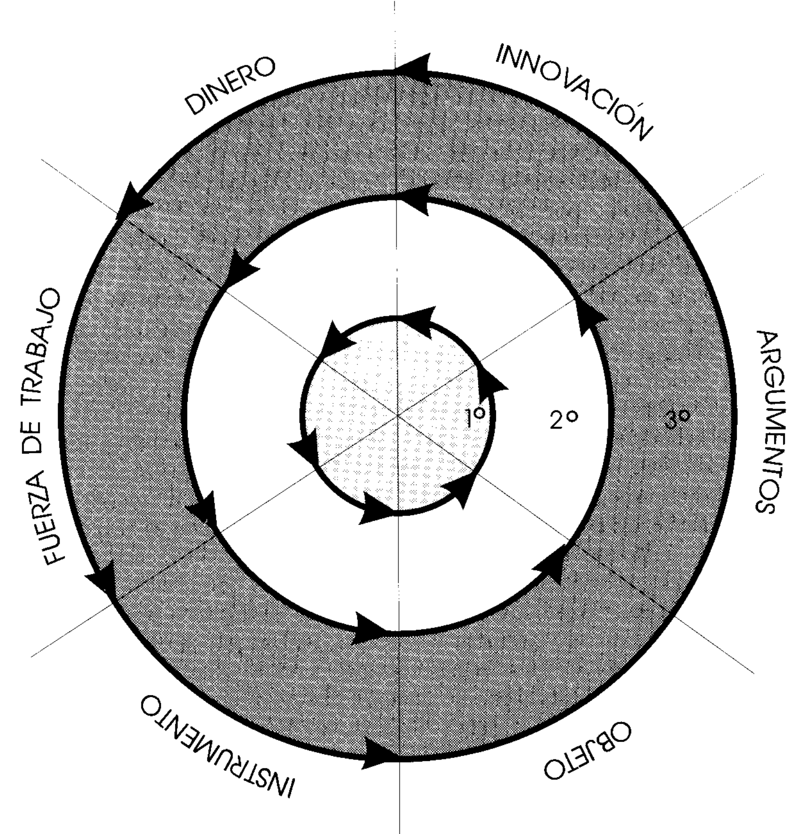


Figura 4.1

trabajo con sus manos y ojos; hacia la mitad recluta chicos jóvenes, ya formados por los departamentos universitarios o escuelas técnicas; al final, encabeza nuevos departamentos, nuevas universidades, y aboga por importantes cambios en la formación y las prioridades de todo el sistema educativo. Puede incluso ir más lejos, escribiendo libros, dictando conferencias públicas, entusiasmando a la audiencia e infundiendo en sus oyentes el fervor por su ciencia. De principio a fin, el jefe ha tenido que ir más y más lejos, reclutar a más y más gente, y vincular su empresa a las de más y más universidades.

Aún más allá, en el círculo hallamos los instrumentos que tan importantes son para dar forma a los nuevos objetos. Cuando el proceso es a muy pequeña escala, el jefe emplea únicamente los instrumentos disponibles o los que pueda conseguir; hacia la mitad, puede diseñar nuevos instrumentos y aconsejar a la industria acerca de prototipos; al final, pertenece a la junta directiva de numerosas empresas que fabrican instrumentos, recomienda su uso en los hospitales, combate la legislación que limita su difusión; o en el caso de otras ciencias, podemos encontrarlo en una audiencia pidiendo al Congreso su colaboración urgente en la planificación de instrumentos nuevos y gigantescos. Aquí, una vez más, comenzamos con unas pocas

personas interesadas en el ciclo del jefe, y podemos acabar con toda una rama de la industria ligada a su destino.

Más adelante, aparecen en el círculo los experimentos producidos por los colaboradores que usan los instrumentos. Al principio se introducen muy pocos aliados; en el medio, se sitúan en el cuadro más aliados inesperados; al final, se forman miles de nuevos objetos, dentro de inmensos laboratorios donde se los somete a terribles e inesperados experimentos. Como vimos en el capítulo 2, cuanto más crece el laboratorio, más amplio resulta el proceso de movilización de elementos no humanos que hablan por boca de los científicos.

A continuación vienen los argumentos. Como ya hemos visto en los capítulos 2 y 3, el jefe, al principio, sólo emite débiles afirmaciones no técnicas, difíciles de publicar siquiera en parte; en el medio, muchas más publicaciones técnicas, cada vez más prestigiosas, aceptan más y más rápidamente sus artículos, cada vez más técnicos; al final, el jefe crea nuevas publicaciones, aconseja a las empresas publicitarias, aboga por la creación de nuevos bancos de datos, y exhorta a sus colegas a establecer asociaciones profesionales, academias u organismos internacionales. Lo que comenzó siendo una afirmación tímida y discutible, se convierte finalmente en un cuerpo de conocimiento incontrovertible y firmemente establecido, o en una profesión respetable.

Luego, encontramos las innovaciones. En sus inicios, el jefe apenas es capaz de convencer a nadie de que emplee sus argumentos, sustancias o prototipos. Estos permanecen en su pequeño laboratorio como los chips de Joao. Hacia la mitad, el jefe ha conseguido interesar a más y más personas para que presten su fuerza a sus proyectos: numerosos hospitales, multitud de otras disciplinas hacen buen uso de los argumentos, difundiendo las afirmaciones. Al final, el jefe pertenece a la dirección de varias empresas, encabeza muchos comités, y es el fundador de un sinfín de asociaciones que facilitan, todo lo que pueden, el fomento de la innovación. Lo que se limitaba al laboratorio de un solo hombre, ahora circula a través de extensas redes por todo el mundo.

Finalmente, completamos el círculo al llegar otra vez al comienzo del diagrama. Al principio, el jefe es demasiado débil para obtener más subvenciones, más espacio y más crédito, sólo sobre la base de sus actividades previas. Hacia la mitad, su trabajo se reconoce, sus artículos y los de sus colaboradores se leen y se citan, sus patentes se imponen; subvenciones, espacio y prestigio se aseguran mejor. Al final, todas las fuerzas enroladas durante el proceso están dispuestas a atribuírle, a él y a su laboratorio o disciplina, el mérito del movimiento general. Lo que en un principio había sido un lugar aislado, se ha convertido al final en punto de paso obligado. En esta etapa, sin importar lo que los demás hagan o deseen, el laboratorio del jefe crece (véase traducción 5 en el capítulo 3).

A pesar de lo simplificada que pueda ser esa descripción general, una cosa está clara: el crecimiento proviene de *vincular entre sí* más y más elementos que surgen de fuentes menos y menos esperadas. En cierto punto de la sección 2, vimos unos mataderos, al ministro de Sanidad francés, el Despacho Oval, y péptidos cerebrales, relacionados unos con otros. Resulta completamente imposible delinear el borde externo del gráfico (en el cual sólo se encontraría el «contexto» de la ciencia) y el núcleo interior (en dónde únicamente se produciría «contenido técnico»). Es fácil, por el contrario, ver cómo el laboratorio se ha transformado en más y más técnico con el objeto de vincular entre sí elementos tan numerosos y dispares. Lo que en la primera versión está netamente separado (es decir, lo externo y lo interno), es justamente lo que en la segunda ha de vincularse de forma tan estrecha.

Si estamos de acuerdo en la superioridad de la segunda versión sobre la primera, entonces, puede extraerse otra lección del ejemplo. Cuando escribo que muchas personas, instituciones, instrumentos, industrias y nuevos objetos se vinculan a la empresa del jefe, indico dos cosas al mismo tiempo: en primer lugar, que se vinculan al jefe cuyo laboratorio se ha convertido en punto de paso obligado para ellos, pero también que *él está vinculado a aquellos*. Ha tenido que ir muy lejos fuera de su camino para obtenerlos; ha tenido que volver atrás para reclutarlos. Si no lo hubiera hecho, jamás habría sobresalido. Así, cuando echamos un vistazo a la figura 4.1, no vemos ni la historia del jefe, ni la historia de los elementos alistados; vemos la historia de *cuando marchan juntos y comparten un destino común*. Aquéllos que realmente hacen ciencia no están en su mesa de trabajo; por el contrario, hay gente en la mesa de trabajo porque muchos otros hacen ciencia en alguna otra parte. Ha llegado, ya, el momento de prestar nuestra atención a esas otras personas.

B. HACER EL RECUENTO DE ALIADOS Y RECURSOS

En la parte precedente hemos resuelto dos dificultades. En primer término, vimos que en nuestro camino por la tecnociencia debemos seguir, simultáneamente, los pasos de aquéllos que permanecen dentro de los laboratorios y de los que se mueven fuera, por más diferentes que parezcan ambos grupos. En segundo lugar, nos dimos cuenta de que en la construcción de la tecnociencia tenemos que incluir a todas las personas y elementos que se han reclutado o que llevan a cabo el reclutamiento, sin importar cuán inesperados o extraños parezcan a primera vista. ¿Se puede tener una idea de quiénes son los que hacen tecnociencia y cómo se distribuyen entre ellos los diversos roles?

Para responder a la pregunta emplearemos las estadísticas que ciertos grupos profesionales obtienen en diversos países (pero especialmente en los Estados Unidos) con el propósito de controlar o desarrollar lo que ellos denominan Investigación y Desarrollo.[6] A pesar de lo crudas, y a menudo sesgadas o inexactas, que puedan ser dichas estadísticas, nos proporcionan al menos un orden de magnitud. Trazan el mapa de las plazas fuertes y los puntos débiles de la tecnociencia. En lugar de presentar casos individuales, como he hecho hasta aquí, vamos ahora a hacernos una idea de la *escala* de la tecnociencia, mediante el uso de las estadísticas de las múltiples instituciones que manejan los científicos.

1. TENER EN CUENTA A CIENTÍFICOS E INGENIEROS

Las cifras más sorprendentes provienen de las estadísticas más generales: aquéllos que en los censos se llaman a sí mismos científicos e ingenieros, son muchos menos que los que se interesan por ellos y los enrolan en la construcción de hechos y máquinas. En los Estados Unidos hay sólo 3,3 millones de ellos (*Science Indicators* 1982, (*SI*) 1983, p. 249) sin tener en cuenta la categoría que tengan ni el trabajo que hagan. Sólo 3,3 millones dicen tener cierta familiaridad con cualquiera de las cajas negras. Se supone que los 250 millones restantes tienen el conocimiento más escaso proporcionado por la escuela primaria o secundaria.

Si deseamos considerar a aquellos de los que se dice han participado en la definición y negociación de alguna caja negra, el número decrece drásticamente. La mayoría de las personas con formación científica e ingenieril no hacen investigación ni desarrollo. En EUA, por ejemplo (de donde provienen casi todas las cifras), poco más de la cuarta parte de todos los científicos e ingenieros se ocupa en I+D.

La tabla 4.1 evidencia el absurdo del modelo de difusión que hemos criticado

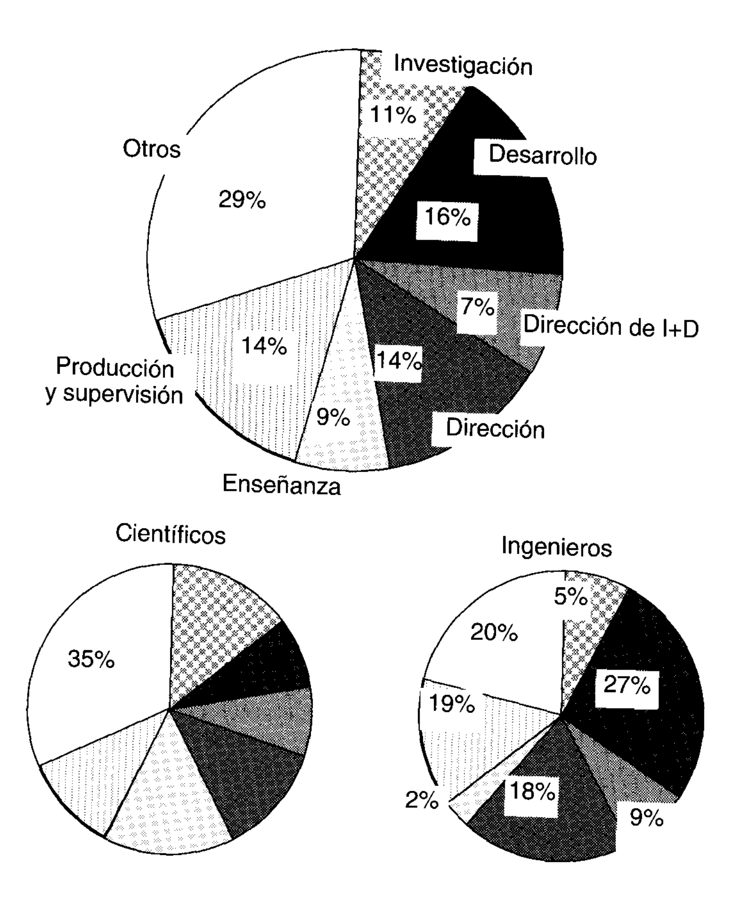


Tabla 4.1

al final del capítulo 3. Si tuviéramos que creer que los que están en la mesa de trabajo son los únicos que «realmente hacen ciencia», tendríamos en cuenta sólo a unas 900 000 personas en EUA (es decir, las primeras dos áreas sombreadas en el gráfico de la tabla 4.1); ¡el resto, o sea, las tres cuartas partes de científicos e ingenieros, pueden olvidarse! Para el modelo de traducción, sin embargo, los investigadores son, de manera clara, la punta del iceberg; se necesitan muchos más que trabajen fuera para hacer posible el interior, y los que colaboran en la definición, negociación, administración, regulación, inspección, enseñanza, venta, creencia y difusión de los hechos, son parte y parcela de la «investigación».

La imposibilidad de limitar la tecnociencia a los investigadores a tiempo completo se demuestra claramente en la tabla 4.2.

Número de científicos e ingenieros ocupados en I + D en proporción a la fuerza de trabajo

	Número de científicos e ingenieros	Número de científicos e ingenieros / fuerza de trabajo
Estados Unidos (1981)	890 000	0.59%
Inglaterra (1978)	104 000	0.4%
Francia (1979)	73 000	0.32%
Alemania (1977)	122 000	0.46%
Japón (1981)	363 000	0.65%
URRS (estimación para 1981)	1200 000	0.90%

Science Indicators 1982, tabla 1. 3, p. 193

Tabla 4.2

Dos millones y medio de científicos e ingenieros no pueden hacer que otros 700 millones de personas crean y acepten todos los hechos sólidos de la tecnociencia. Aunque esta desproporción es aceptable en el modelo de difusión, no tiene sentido algunoen el modelo de traducción. Y esta cifra ridículamente pequeña se ha obtenido en el caso más favorable. Hemos considerado sólo los países más industrializados y ricos del norte, que engloban *todas las disciplinas* y sin introducir ninguna distinción posterior entre Investigación y Desarrollo. Más aún, como los países desarrollados dan cuenta de alrededor del 90 % de toda la I+D del mundo (94 % del dinero y 89 % de la fuerza de trabajo, de acuerdo con la OCDE[7]), esto significa que, viajando por el mundo, uno puede tener una posibilidad entre 1500 de encontrar a alguien que tenga un rol activo en la configuración de hechos y técnicas. ¡Ello significaría que sólo 3 millones de personas diseminan hechos y máquinas, e implican a los 5 billones de personas sobre el planeta! Una proeza realmente extraordinaria, que indica que esas pocas personas son sobrehumanas, o que nos equivocábamos al limitar la construcción de los hechos a los científicos. En la configuración de la tecnociencia debe estar implicada mucha más gente que los escasos científicos oficialmente reconocidos.

Es posible trasladar mucho más allá la aparente paradoja creada por ese número tan reducido de científicos. Que se incluyan en las estadísticas como implicados en I+D no quiere decir que toda esta gente haya tenido el tipo de experiencia que he descrito en los capítulos 1 y 2, es decir, una familiaridad directa con la redacción de un artículo técnico, la creación de una controversia, el moldeado de nuevos aliados, o el diseño de nuevos laboratorios. Si un doctorado es indicativo de una estrecha y prolongada familiaridad con la tecnociencia *en formación*, y si limitamos el número de científicos e ingenieros al número de doctores que trabajan en I+D, las cifras a las que llegamos son mucho más pequeñas todavía.[8] Si la construcción de hechos se limitara a la investigación hecha por doctores, significaría que sólo 10 000 personas en los Estados Unidos empujan a los otros 250 millones a creerles y seguirles, enrolándoles y controlándoles para que acepten hechos nuevos y más sólidos. ¡Un solo hombre sería capaz de enrolar y controlar a otros 2000! Y, una vez más, esta cifra se ha obtenido englobando todas las ciencias y todas las técnicas, sin hacer ninguna distinción entre investigación y desarrollo.

La paradoja creada por el modelo de difusión crece a proporciones desorbitadas si intentamos distinguir ocupaciones y disciplinas en las insignificantes cifras restantes. Recordemos que en la tabla 4.1 vimos que sólo un 34 % de los científicos e ingenieros en EUA trabajaban en I+D o la dirigían, pero más del 70 % de ellos ocupados en I+D trabajan en la industria.[9] Por lo tanto, ni siquiera la punta del iceberg se compone de lo que, normalmente, se llama «ciencia». Si quisiéramos acercarnos más al cliché de la ciencia pura y desinteresada, deberíamos considerar a los poseedores de un doctorado empleados por universidades u otras instituciones públicas, y que hacen investigación, es decir, limitar la tecnociencia a los académicos. Si hacemos esto, las cifras se reducen más aún.[10] El número de personas que más se parecen a lo que habitualmente se denomina «científico» (investigación básica en una institución sin fines de lucro) asciende a algo así como 50 000 en EUA (a tiempo completo). Esta cifra se obtiene haciendo un paquete con todas las ciencias. Ya no es la punta de un iceberg, es la punta de una aguja.

Cuando hablamos de «ciencia», los lectores podrían pensar en famosos científicos que trabajan en disciplinas y universidades muy prestigiosas, que han producido nuevas y revolucionarias ideas y productos creídos, usados y comprados por cientos de millones de personas. Gente como Lyell, Diesel, Watson y Crick nos vienen a la mente. Sin embargo, considerar la tecnociencia integrada por esta gente es tan imposible como poner en equilibrio a la pirámide de Keops invertida. Los grandes hombres y mujeres de ciencia en los que se acumula el prestigio, son sencillamente demasiado pocos para dar cuenta de los gigantescos efectos que se supone producen.

De todas formas, hemos elegido las condiciones más favorables para medir la escala de la tecnociencia. Si hubiéramos efectuado menos suposiciones *ad hoc*, esta escala sería mucho más reducida. Por ejemplo, todas nuestras cifras surgen *después* de un largo período de crecimiento exponencial del gasto en I+D y en la formación de científicos e ingenieros.[11] La dimensión oficial de la tecnociencia se limitaría a cifras mucho más reducidas si las hubiéramos medido *antes* de ese boom. Por muy prestigiosos que fueran los Galileo, Newton, Pasteur y Edison, se encontraban en su época aún más aislados y dispersos que los relativamente grandes ejércitos de investigadores profesionales de hoy en día. Las ciencias, que parecen tan pequeñas comparadas con el número de personas que afirman enrolar y controlar, empequeñecen, no obstante, tanto su pasado, que puede decirse que prácticamente *no tienen pasado*. En lo que a números respecta, la tecnociencia sólo tiene unas pocas décadas de antigüedad. Los famosos científicos tan estudiados por los historiadores de la ciencia se pueden hallar todos en el diminuto extremo de una curva exponencial. ¡Parodiando a Newton, podríamos decir que la tecnociencia es un gigante a hombros de enanos!

Existe una segunda suposición que nos ofrece una visión hinchada de la tecnociencia. He supuesto que los científicos académicos que se parecían más al cliché de un científico eran todos *igualmente buenos*. Aún cuando la ciencia estaba formada por un mosaico de pequeños grupos, supuse que todos los grupos eran iguales. Pero, esto dista mucho de ser así. Existen enormes desigualdades hasta en el pequeño número de científicos académicos. Entre los científicos se da lo que se llama una *estratificación*.[12] Esta asimetría modifica la denominada visibilidad de un científico o una afirmación.[13] Al discutir acerca de controversias o disensión, de carrera de pruebas y traducciones, siempre he supuesto que cada afirmación y cada contraafirmación era sumamente visible y estimulaba el debate. Era una presentación demasiado favorable. La mayoría de las afirmaciones, de los artículos, de los científicos, es sencillamente *invisible*. Nadie los tiene en cuenta, nadie disiente. En la mayor parte de los casos, parece que ni siquiera se ha desatado el comienzo del proceso.

No sólo hay una estratificación en la productividad de los científicos; también la hay en los medios para hacer ciencia. A partir del capítulo 2 y del ejemplo de Joao, sabemos que no todos los laboratorios son iguales a los ojos de Dios. La habilidad para llevar adelante una disputa depende, de manera crucial, de los recursos que uno sea capaz de conseguir a su favor. Los recursos se concentran en muy pocas manos. En primer lugar, esto resulta evidente dentro de un mismo país.[14] Discutir un hecho, iniciar una controversia, proponer un artículo d*fuera* de las instituciones cimeras resulta tanto más difícil cuanto más alejado se esté de ellas. Conocemos el porqué desde los capítulos 2 y 3: el costo de la prueba aumenta en cada vuelco de la controversia; aquéllos que no son capaces de seguir la carrera de pruebas en sus propios laboratorios, y que aún desean discutir, tienen que irrumpir por la fuerza en las principales instituciones, o abandonar por completo el juego.

Esa estratificación es observable dentro de un mismo país, pero todavía es más evidente entre países desarrollados.[15] La mitad de la tecnociencia es asunto de los estadounidenses. El resto de países desarrollados trabajan sobre porciones más pequeñas de la ciencia. Como los hechos nuevos y sólidos se fabrican congregando recursos y manteniendo a raya a los aliados, la estratificación del potencial humano, el dinero y las publicaciones, implica que algunos países serán los que enrolen, y otros los enrolados. Si un país pequeño desea poner en duda una teoría, rechazar una patente, interrumpir la difusión de un argumento, desarrollar sus propios laboratorios, escoger sus cuestiones, decidir de qué controversia partir, formar a su personal, publicar sus revistas, reunir su base de datos y hablar en su lenguaje, podría resultarle imposible. La misma situación que he descrito en el capítulo 1 entre el Sr. Fulano y el Sr. Gentío puede encontrarse entre países con una gran participación en I+D, y países con una participación muy escasa. Como el Sr. Fulano, el país con un sistema científico pequeño puede creer los hechos, comprar las patentes, solicitar un experto, facilitar su gente y sus recursos, pero no puede disputar, disentir o discutir, y ser tomado en serio. En lo que a la construcción de los hechos respecta, dicho país carece de *autonomía*.[16]

Después de echar un rápido vistazo a las cifras que esbozan la escala de la tecnociencia, comprendemos que limitarla a los que «están dentro» nos conduciría a un completo absurdo. Pronto nos quedaríamos con sólo unos pocos cientos de científicos productivos y visibles, en un puñado de laboratorios muy bien dotados, que generarían la totalidad de los hechos creídos y de las máquinas utilizadas por los 5 billones de personas que pueblan el planeta. La distribución de roles efectuada por el modelo de difusión ha sido realmente desigual: a unos pocos afortunados se les reserva la invención, discusión y negociación de las afirmaciones, mientras que los billones restantes se quedan sin otra cosa que hacer que tomar prestadas las afirmaciones referentes a tantas cajas negras, o permanecer en la total ignorancia. Los científicos e ingenieros son tan pocos, y están tan dispersos y mal distribuidos como para enrolar y controlar a todos los demás. Limitados a su propia fuerza, no pueden asegurar las fortalezas tan necesarias para hacer relevante su retórica. Para los difusores, esta conclusión no representa ningún problema, como vimos en el capítulo 3: «por el contrario», argumentan, «si los científicos son tan pocos y hacen cosas tan extraordinarias, es que sencillamente son los mejores, los más brillantes; este reducido número de mentes aisladas ven lo que la naturaleza es, y todos les creen porque tienen razón». Así, para ellos, todas las cifras anteriores no suscitan ningún problema grave, ¡sino que simplemente añaden más al prestigio de unos cuantos científicos aislados en medio de tanta oscuridad e ignorancia!

TENER EN CUENTA NO SOLO A CIENTÍFICOS E INGENIEROS

El primer apartado nos presenta una imagen que puede interpretarse de dos formas opuestas: o los pocos científicos realmente buenos están dotados de demiúrgicos poderes que hacen que millones les crean y sigan, o bien se dispersan por puntos marginales, perdidos entre multitudes a quienes no podrían interesar menos. No obstante, hemos visto en la parte A que esta última alternativa es *también* la de los científicos mismos. West, Diesel, el jefe o Joao, según lo que hagan y a quién recluten, podrán dotarse de poderes demiúrgicos (pues todo el mundo tiene que pasar por sus laboratorios) o seguir siendo figuras marginales incapaces de influir el trabajo de nadie. También vimos en la primera parte que, para poder decidir entre la interpretación demiúrgica y la marginal, no debemos considerar sólo a aquellos que se autodenominan científicos (la punta del iceberg) sino a los que, aunque permanecen fuera, dan forma a la ciencia y constituyen la parte mayor del iceberg. Ahora que hemos derrotado en su propio juego al modelo de difusión, que afirmaba que científicos, ideas y prototipos eran la única parte importante de la ciencia, ya no dudaremos en introducir en la descripción a todos los participantes excluidos por la versión oficial de la verdadera investigación. ¿Pero, cómo podemos hacerlo si, por definición, las estadísticas sobre potencial humano sólo incluyen a los que hacen ciencia oficialmente? Por fortuna, existe, en las mismas estadísticas, una manera sencilla de medir las multitudes que enrolan a los científicos; no aparecen como potencial humano, sino como el de *dinero*. Aunque distorsionados en las estadísticas, los presupuestos constituyen una razonable estimación del interés que los científicos han podido asegurar para su trabajo.

Si consideramos la cifra más totalizadora, no sobre el personal sino sobre el dinero, ganamos un orden de magnitud (tabla 4.3).

Porcentaje del PNB	dedicado a I + D
Estados Unidos (1981)	2,6%
Inglaterra (1978)	2,2%
Francia (1978)	2,6%
Alemania (1981)	2%
Japón (1981)	2,4%
URSS (media estimada)	3,6%

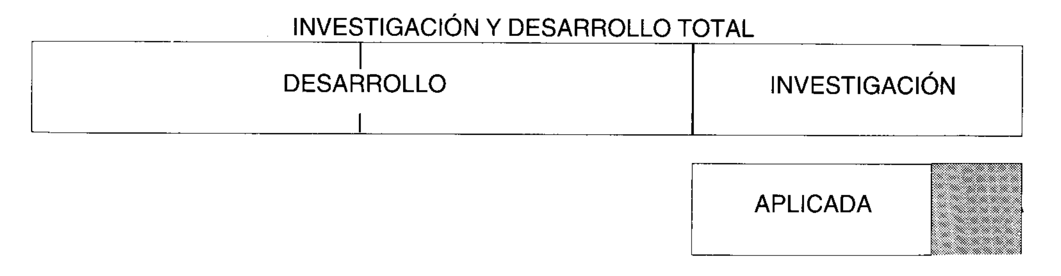
Science Indicators 1982 (SI 1983, p.7)

Tabla 4.3

La tabla 4.3 proporciona estimaciones brutas, pero su escala general es interesante: implica que estos pocos cientos de miles de científicos han sido capaces de tener contacto con algo así como un 2,5 % del PNB de los países industrializados más ricos.

¿Significa esta cifra, relativamente sustanciosa, que todo ese dinero lo obtienen las pocas personas que una versión oficial de la ciencia consideraría como «verdaderos científicos»? En absoluto, ya que la tabla 4.3 engloba todo tipo de investigación. Los rótulos tradicionales para pormenorizar las estadísticas son los de investigación básica, investigación aplicada, y desarrollo. Aunque podríamos discutir extensamente sobre los límites precisos entre esos términos, en este libro hemos visto lo bastante como para definirlos de acuerdo a nuestro propio propósito. Como he evidenciado en el capítulo 3, obtener nuevos aliados es bueno, pero sólo en tanto que sean capaces de actuar como un todo disciplinado. De esta manera, podemos distinguir dos momentos en el reclutamiento de nuevos aliados: uno que multiplica su número, y otro que los convierte en un todo único. Podemos llamar investigación al primer momento, y desarrollo a toda la labor necesaria para que una caja negra sea negra, es decir, para convertirla en un autómata que actúe como una pieza rutinaria del equipo. Si hablamos de investigación, nos introduciremos más en el tipo de situación descrita en los capítulos 1 y 2, con artículos técnicos, discusiones, controversias, objetos nuevos e indisciplinados. Si hablamos de desarrollo, abordaremos los problemas del capítulo 3, poniendo más énfasis en el *hardware* y la cuestión de cómo disciplinar los nuevos objetos y la gente que los transfiere. Pero, la distinción es a menudo discutible y deben considerse como los dos aspectos de un único problema estratégico.

Por más confusas que sean todas estas distinciones, las estadísticas obtenidas mediante su empleo son lo bastante claras, como se muestra en la tabla 4.4.



Science Indicators 1982 (SI 1985, p. 40)

Tabla 4.4

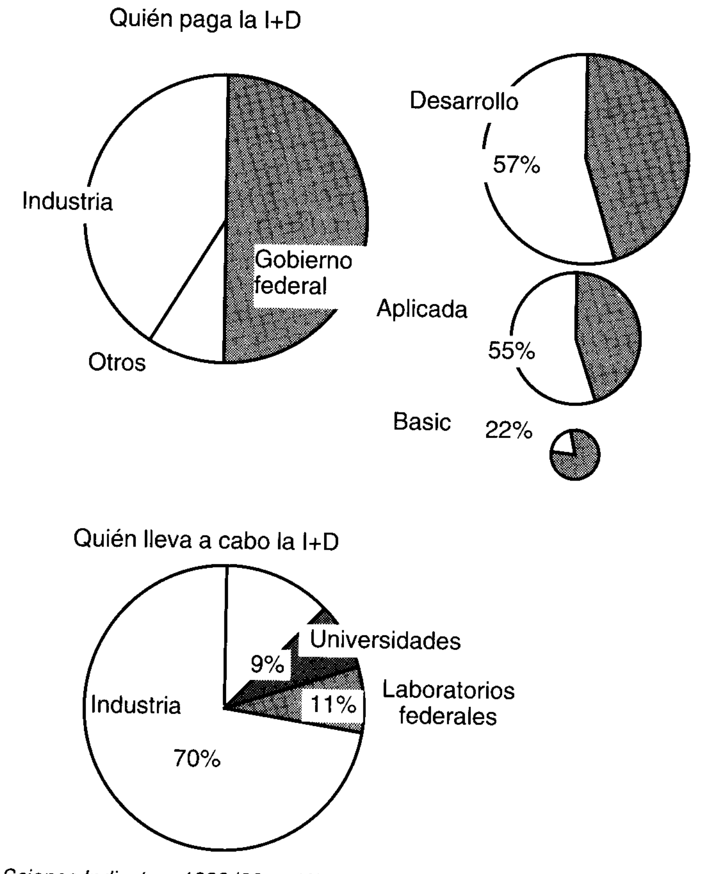
Aunque el modelo de difusión consideraría sólo la ciencia básica como merecedora de atención (el resto fluye de ella sin esfuerzo), vemos que, de una manera general, científicos e ingenieros han conseguido apoyo sólo cuando *no* hacen investigación básica. De nueve dólares que se gastan, sólo uno se destina a lo que clásicamente se llama «ciencia». La tecnociencia es, en general, una cuestión de desarrollo.

¿Es posible avanzar más allá, y considerar quiénes son los partidarios de la tecnociencia cuando ésta tiene éxito? Recordemos que, por una parte, de acuerdo con nuestro primer principio, científicos e ingenieros necesitan a muchos otros para construir todas sus cajas negras, pero que, por otro lado, son muy pocos para mantenerles a raya, en especial si desean que millones de personas les crean y sigan. La única manera de resolver este problema es que los científicos enlacen su destino al de otros grupos, mucho más poderosos, que *ya hayan resuelto el mismo problema a mayor escala*. Es decir, grupos que han aprendido cómo interesar a cualquiera en ciertos temas, a mantenerles a raya, a disciplinarles, y a inducirles a obedecer; grupos para los que el dinero no sea problema, y que estén siempre a la caza de nuevos aliados inesperados que puedan inclinar la balanza a su favor en su propia pugna. ¿De qué grupos se trata? Otro vistazo a las estadísticas reunidas en los Estados Unidos nos lo dirá.

Como las cifras son a gran escala, nos dan una idea de las transferencias más importantes de dinero, y así un perfil de las principales traducciones de interés (tabla 4.5). En esencia, la I+D es una cuestión industrial (tres cuartas parte de la misma se llevan a cabo en el seno de empresas), financiada por dinero público (un 47 % en EUA. (*SI* 1983, p. 44)). Esta es la primera transferencia masiva de interés: los científicos habrán alcanzado el éxito sólo en tanto hayan acoplado su destino al de la industria, y/o que la industria haya unido su destino al del Estado. Sin este doble movimiento, la tecnociencia se reducirá a dimensiones minúsculas, como sucede cuando sólo se considera la ciencia básica. Se convierte, ahora, en un asunto entre las universidades y el Estado: las universidades realizan nueve décimas partes de la investigación básica, la cual es financiada en su totalidad por el presupuesto federal. Como podía esperarse, la ciencia aplicada ocupa una posición intermedia, pagada a medias por el Gobierno y la industria, y llevada a cabo por las universidades.

¿Qué tipo de asuntos saca tanto dinero del contribuyente en la industria y las universidades? La respuesta la encontraremos en la tabla 4.6.

Los que están fuera entran en escena. En defensa se invierte algo así como el 70 % del gasto público en I+D. La tecnociencia es una cuestión militar. La única



Science Indicators 1982 (83, p.49)

Tabla 4.5

excepción es Alemania (y Japón, pero la excepción se debe a otra empresa científico-militar: el lanzamiento de las bombas atómicas en 1945, que obligó a Japón a rendirse y abandonar casi toda la investigación militar).

Tabla 4.6(a)

Obligaciones federales de EUA para investigación y desarrollo
(en billones de dólares)

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18

Defensa nacional — 1980 — 1986

Salud

Espacio

Energía

Ciencia general

Science Indicators 1982 (SI 1985, p.40)

Tabla 4.6(b) Distribución de la ayuda gubernamental para I + D por objetivo nacional y por país (en porcentajes) en 1980

	EUA	Japón	R. F. de Alemania	Francia	Reino Unido
Defensa	63.7	16.8	24.4	49.3	64.8
Salud	15.2	11.2	15.3	7.5	3.9
Progreso del conocimiento	3.0	4.1	14.2	15.0	12.9
Energía e infraestructura	14.2	34.4	30.9	16.0	10.1
Agricultura	2.7	25.4	2.9	4.3	4.5
Crecimiento industrial	.3	12.2	12.4	7.9	3.8

Science Indicators 1982 (SI 1982, p. 199, y OCDE 1982, p. 202)

Que el desarrollo de los ejércitos se relacione de forma tan estrecha con la tecnociencia no es una extraña coincidencia ni una evolución indeseada. Los militares, como es obvio, pagan la cuenta sin rechistar. Durante siglos, han alistado gente y la han interesado en sus actividades hasta tal punto que casi todos estamos dispuestos a obedecerles ciegamente y dar la vida si es necesario. Han dado pruebas de su temple en lo que respecta a enrolar, disciplinar, adiestrar y mantener a raya, y a

mucha mayor escala de lo que los científicos hayan intentado jamás.[17] El profano interesado y obediente, requerido por los científicos para diseminar sus hechos, es mucho más fácil de adiestrar que el disciplinado soldado dispuesto a sacrificar su vida. Además, los militares se han preocupado por inclinar de forma inesperada la balanza del poder, con nuevos recursos y armamentos. No es sorprendente entonces que, en el curso de la historia, los escasos científicos e ingenieros capaces de proporcionar aliados nuevos e inesperados que pueden cambiar el equilibrio de poder, se hayan unido con frecuencia a los militares para promover la producción de armamentos.

La similitud entre la carrera de pruebas y la carrera armamentística no es metafórica; es, literalmente, el problema mutuo de *ganar*. Hoy en día, ningún ejército es capaz de vencer sin los científicos, y hay muy pocos científicos e ingenieros que puedan vencer en sus discusiones sin contar con el ejército. Sólo ahora, el lector puede comprender por qué he empleado tantas expresiones con connotaciones militares (pruebas de fuerza, controversia, lucha, ganar y perder, estrategia y táctica, equilibrio de poder, fuerza, número, aliado), expresiones que, aunque usadas continuamente por los científicos, los filósofos casi nunca las emplean para describir el pacífico mundo de la ciencia pura. He utilizado estos términos porque, en general, la tecnociencia es parte de una máquina bélica, y debe ser estudiada como tal.

El vínculo entre guerra y tecnociencia no debe limitarse al desarrollo de sistemas armamentísticos. Para captarlo por completo, es necesario considerar, en general, la **movilización** de recursos, por la cual entiendo la habilidad para conseguir que una configuración, formada por un número máximo de aliados, actúe como un todo único, en un único lugar. La investigación en nuevos armamentos es uno de los puntos fundamentales, pero también lo es la investigación en nuevas aeronaves y transporte, espacio, electrónica, energía y, por supuesto, comunicaciones. Casi toda la tecnociencia se ocupa de facilitar esta movilización de recursos (véase capítulo 6).

La otra gran porción de investigación civil observable en la tabla 4.6 es la de la salud. ¿Por qué han relacionado los científicos con tanto éxito su trabajo a esta cuestión? Aunque no pague tan bien como el ejército, el sistema sanitario ha hecho un trabajo de base similar. Al igual que la supervivencia del cuerpo político, la supervivencia del cuerpo humano es un asunto en el cual todos están directa y vitalmente interesados. Como en ambos casos el dinero no es el objetivo, el presupuesto sanitario, como el de defensa, es un gigantesco cofre del tesoro en donde se gasta sin límites. En ambos casos, el interés y el gasto se han hecho obligatorios mediante los impuestos o el sistema de seguridad social. Este último es, en muchos países industrializados, tan grande como el presupuesto estatal. El papel jugado por los militares al reclutar, adiestrar e inducir a todos a interesarse y obedecer al mismo tiempo, lo han cumplido, durante siglos, médicos, cirujanos y trabajadores de la salud. Los *amateurs* han sido excluidos; se ha prohibido el ejercicio de curanderos y charlatanes; se ha obligado a todos a interesarse por los problemas sanitarios; se ha aprobado una legislación. En el momento en que los científicos de la vida unieron su destino al de la salud, casi todo el trabajo ya estaba hecho. No debe sorprender, por tanto, que se oriente tanta investigación hacia el sistema sanitario. Cuando científicos e ingenieros son incapaces de vincular su trabajo a alguno de estos dos presupuestos, no lo pasan muy bien. El resto de I+D financiada por el dinero público es un porcentaje insignificante del total.

El problema de cómo encontrar recursos para llevar adelante la carrera de pruebas está resuelto históricamente, desde el momento en que prometedores científicos vincularon su destino al de personas cuyo objetivo general era visto como aproximadamente el mismo: movilizar a los demás, mantenerles a raya, disciplinarles e interesarles. Si estas condiciones no se cumplen, los grupos científicos pueden existir, pero nunca podrán aumentar de forma considerable el costo de la prueba, ni multiplicar el número de sus pares. En cualquier caso, nunca se les concederá el demiúrgico poder de dar nueva forma al mundo (que tiene, por ejemplo, la física atómica). Estarán más emparentados con el antiguo rol tradicional del erudito. Cuando los científicos sostienen posiciones fuertes, otra gente ya está allí y ha hecho casi todo el trabajo de base.

3. LA QUINTA REGLA DEL MÉTODO

Hemos comenzado este capítulo preguntando *quiénes* eran los científicos e ingenieros; lo proseguimos *añadiendo* más y más gente del exterior a la elaboración de la ciencia; luego tropezamos con una relación inversa que vinculaba los aspectos esotéricos y exotéricos de la ciencia; más tarde, vimos que las pocas personas oficialmente llamadas «científicos académicos» eran sólo un diminuto grupo entre los ejércitos que hacen ciencia; finalmente, hemos observado que, cuando los grandes ejércitos (en sentido literal) que defienden el cuerpo político o el cuerpo humano, no estaban detrás de ellos, los científicos permanecían en general invisibles. El rumbo desde el comienzo del capítulo hasta este punto resulta ahora claro a los ojos del lector atento: el científico *que realiza el alistamiento*, dotado de los demiúrgicos poderes de enrolar y controlar a millones de personas puede, ahora, parecer un simple empleado *alistado* que trabaja en cuestiones industriales o militares. ¿Cuál de las dos descripciones es más exacta, y cuál nos permite saber más sobre la tecnociencia?

La única respuesta posible es que ninguna de las dos es correcta, ya que la pregunta no es lo bastante precisa. Algunos de los casos que hemos estudiado nos han dado la impresión de que los científicos son portadores de enormes poderes, como West o el jefe; otros casos sugerían la impresión opuesta, como Lyell al inicio de su carrera, o Joao. ¿De qué depende esta impresión de poder o de debilidad? De la presencia o ausencia de los grupos de interés *ya* alineados. Aunque esto suene tan paradójico tanto ahora como cuando nos lo encontramos por primera vez en la parte A, debemos abordarlo. Las escasas personas llamadas oficialmente científicos e ingenieros, parecen salir airosos sólo cuando la mayoría del trabajo de base ya ha sido hecho *por otros*. La prueba es que si los otros no están allí, o están muy lejos, estos pocos científicos e ingenieros terminan siendo aún más pocos, menos poderosos, menos interesantes e importantes. Por lo tanto, debe estudiarse, en todos los casos, la presencia o ausencia de otra gente, además de los que hacen ciencia en la mesa de trabajo, para poder entender *quiénes* son los que están en su mesa de trabajo y, como vimos en el capítulo 3, *qué hacen*.

¿Cómo es que estos otros, que tanto cuentan a la hora de brindar sus poderes a los laboratorios, se *dejan de lado* cuando llega el momento de enumerar el personal de la ciencia? Ellos constituyen la parte más importante de la tecnociencia en todas las historias que he relatado, por lo tanto, ¿cómo se les puede quitar tan fácilmente de escena? Para responder, debemos recordar los juicios de responsabilidad antes definidos. Para seguir estos juicios, hay que distinguir entre el mecanismo primario, que alista gente, y el secundario, que atribuye la causa del movimiento general a unos pocos elementos entre los aliados alistados.

El resultado de los juicios de responsabilidad permite que la descripción de la tecnociencia se revierta por completo. De los millones de personas alistadas por los científicos, o que los alistan, y de los cientos de científicos que hacen investigación y desarrollo aplicados para la defensa y la industria, se tienen en cuenta sólo unos pocos cientos, y únicamente a ellos se atribuye el poder que hace que todos los

demás les crean y sigan. ¡Aunque los científicos sólo tienen éxito cuando siguen a la multitud, la multitud parece tener éxito sólo cuando *sigue* a este puñado de científicos! Es por esto que científicos e ingenieros pueden parecer, alternativamente, dotados de poderes demiúrgicos (para bien o para mal) o desprovistos de toda influencia.

Ahora que podemos entrever esa confusión entre dos mecanismos diferentes, comprendemos que la «ciencia y tecnología», de la cual partimos en la introducción, es una ficción de nuestra imaginación, o, más propiamente, el *resultado* de atribuir toda la responsabilidad de la producción de los hechos a unos pocos afortunados. Las fronteras de la ciencia no se trazan en términos del mecanismo primario, sino sólo del secundario. La campaña de reclutamiento permanece invisible. Entonces, cuando uno acepta la noción de «ciencia y tecnología» acepta un paquete hecho por unos pocos científicos para establecer responsabilidades, para excluir el trabajo de los que están fuera, y para mantener unos cuantos líderes. Es una suerte que hayamos decidido, desde el principio, estudiar la *actividad* de hacer ciencia, y no la definición dada por científicos o filósofos acerca de qué es la ciencia. Las difíciles campañas de reclutamiento de Diesel, Pasteur, Lyell, o el jefe, o los múltiples fallos de Joao, habrían escapado por completo a nuestra atención. Habríamos creído en la existencia de una ciencia, por un lado, y de una sociedad por otro: ¡habríamos cometido un gran error! Aquí, una vez más, Jano habla, al mismo tiempo, dos lenguajes opuestos. Su cara izquierda dice que los científicos son la causa de todos los proyectos de la ciencia y la tecnología, mientras que en el lado derecho los científicos se esfuerzan por situarse dentro de proyectos llevados a cabo por muchos otros.

Para que nos recuerde esta importante distinción, usaré de ahora en adelante la palabra **tecnociencia**, que describe todos los elementos vinculados a contenidos científicos, sin que importe lo sucios, inesperados o extraños que parezcan, y la expresión «**ciencia y tecnología**», entre comillas, para designar *lo que se mantiene de la tecnociencia* una vez establecidos todos los juicios de responsabilidad. Cuanto más contenido esotérico tenga la «ciencia y tecnología», más se extiende en el exterior. Así, la «ciencia y tecnología» es sólo un subsistema, que parece tomar la delantera únicamente debido a una ilusión óptica. Esto constituirá nuestro cuarto principio.

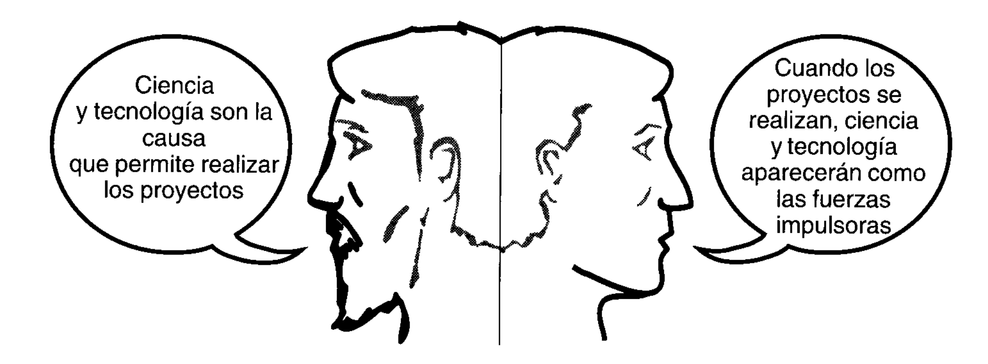


Figura 4.2

Sin embargo, podría ser peligroso extender las dimensiones de la tecnociencia al incluir en ella a partidarios, aliados, empresarios, colaboradores, creyentes, patrocinadores y consumidores; podría parecer que ellos, a su vez, conducen a los científicos. Tal vez llegáramos a la conclusión de que si la ciencia no se compone de ciencia ni la conducen los científicos, es que está compuesta de, y conducida por, los grupos interesados. El peligro es tanto mayor cuanto que esta alternativa es exactamente la misma que ofrecen los así llamados «estudios sociales de la ciencia"» Si la «ciencia y tecnología» no se explica en términos de su fuerza propulsora interna, se la explica mediante presiones o demandas externas. Nuestro viaje por la tecnociencia estaría, entonces, repleto no de microbios, sustancias radiactivas, células de combustible y medicamentos, sino de perversos generales, multinacionales de tortuosos designios, ansiosos consumidores, mujeres explotadas, niños hambrientos e ideologías distorsionadas. ¿Habríamos recorrido todo este camino y escapado de la Caribdis de la «ciencia» sólo para naufragar en la Escila de la «sociedad»?

Por fortuna, éste no es un peligro real si nos damos cuenta de que hay que acabar con *todos* los juicios de atribución, *incluyendo* aquellos que atribuyen el dinamismo de la ciencia a factores sociales. Si estamos dispuestos a dudar de lo que los científicos dicen acerca de su ciencia, no vamos a creer lo que generales, banqueros, políticos, periodistas, sociólogos, filósofos o empresarios opinan acerca de su límite, forma, utilidad o causa de crecimiento. Tal como lo establecía nuestra cuarta regla del método, debemos actuar simétricamente, y dudar de los límites de las disciplinas científicas *en igual medida* que de los límites de la «ciencia y tecnología», no más, pero tampoco menos.

De ahora en adelante, el juego consistirá en dejar las fronteras abiertas, y cerrarlas sólo cuando las cierren las personas que seguimos. De esta manera, debemos ser todo lo indecisos que sea posible acerca de los elementos que se vincularán entre sí, de cuándo comenzarán a tener un destino común, de qué interés finalmente vencerá, y sobre cuál. En otras palabras, tenemos que ser tan *indecisos* como los actores a los que seguimos. Por ejemplo, antes de que el jefe entre en su despacho, el ministro de Sanidad todavía no está seguro de si vale la pena o no invertir en neuroendocrinología; tampoco el jefe está seguro de si el ministro mantendrá o no la promesa hecha por sus consejeros acerca de fundar un laboratorio totalmente nuevo; ni tiene la certeza de que la pandorina sea o no una sustancia tan revolucionaria como para que se puedan hacer al ministro promesas en firme de curar drogadictos; su colaboradora, en lo profundo del laboratorio, tiene dudas acerca de si puede o no afirmar en su artículo que la pandorina es biológicamente diferente de otra sustancia anunciada antes; las ratas sobre las que ha experimentado las dos sustancias podrían morir bajo las elevadas dosis que les ha suministrado, antes de proporcionar ninguna respuesta. Es posible que las ratas de la colaboradora, los drogadictos, el jefe, los asesores, el ministro y los congresistas terminen todos alineados entre sí, de manera que, al final, el trabajo de laboratorio tenga alguna influencia sobre la política sanitaria nacional. Pero, también puede suceder que cualquiera de estos vínculos, o todos ellos, se rompan, de manera que las ratas mueran, la pandorina se convierta en un artefacto, los congresistas voten en contra del presupuesto, el jefe irrite al ministro, quien a su vez no escuche a sus asesores...

La cuestión para nosotros, que seguimos a los científicos, no es *decidir* cuál de estos vínculos es «social» y cuál es «científico»; la cuestión para nosotros, así como para aquellos a los que seguimos, es únicamente ésta: «¿cuál de estos vínculos se mantendrá, y cuál se romperá?» Nuestra **quinta regla del método** será, entonces, la siguiente: debemos ser tan indecisos como los múltiples actores a los que seguimos en lo que respecta a la pregunta de qué está hecha la tecnociencia; para ello, cada

vez que se construye una división interior/exterior, debemos seguir los dos aspectos simultáneamente, confeccionando una lista, no importa lo larga y heterogénea que sea, de todos aquellos que hacen el trabajo.

Después de haber estudiado de qué manera una retórica débil podía volverse fuerte, y en consecuencia cuántas posiciones fuertes había que obtener antes para que esta fuerza añadida fuera relevante, ha llegado, ahora, el momento de estudiar a los que no enrolan ni son enrolados por científicos e ingenieros, es decir, todos los que *no* participan en el trabajo de la tecnociencia.

5

Tribunales de la razón

En la primera parte de este libro hemos estudiado cómo pasar de una retórica débil a una fuerte, y en la segunda, hemos seguido a los científicos y a los ingenieros en todas las estrategias que utilizan para pasar de situaciones vulnerables a la ocupación de fortalezas. Si quisiéramos resumir los primeros cuatro capítulos, podríamos decir que muestran un aumento increíble del número de elementos vinculados al destino de una afirmación (artículos, laboratorios, nuevos objetos, campos profesionales, grupos de interés, aliados no humanos, etc.), tantos que, si reamente quisiéramos cuestionar un hecho o evitar el contacto con un artefacto, tendríamos que enfrentarnos con tantas cajas negras que el trabajo se volvería imposible: hay que aceptar la afirmación como una cuestión de hecho, y utilizar la máquina o el instrumento sin más. La realidad, es decir, lo que resiste todos los esfuerzos de modificación, ha sido definida, al menos por el momento, y la conducta de algunas personas se ha hecho predecible, al menos en cierto modo. Otra forma de resumir los mismos cuatro capítulos sería mostrar la otra cara de la moneda: el aumento del número de elementos vinculados a una afirmación ha de *pagarse*, y ello hace de la producción de hechos creíbles y de artefactos eficientes una empresa costosa. Este coste no debe evaluarse sólo en términos económicos, sino también por el número de personas implicadas, por el tamaño de los laboratorios y de los instrumentos, por el número de instituciones que reúnen los datos, por el tiempo empleado en pasar de «ideas seminales» a productos factibles y por la complejidad de los mecanismos que acumulan cajas negras una dentro de otra. Esto significa que configurar la realidad de esta forma no está al alcance de todos, como hemos visto a lo largo del capítulo 4.

Puesto que la carrera de pruebas es tan onerosa que sólo pocas personas, naciones, instituciones y profesiones son capaces de sustentarla, la producción de hechos y artefactos no ocurrirá en todos lados y sin costo alguno, sino que se producirá sólo en lugares restringidos y en momentos concretos. Esto nos lleva a una tercera forma de resumir lo que hemos aprendido hasta ahora, una forma que aúna los dos primeros aspectos: la tecnociencia se hace en lugares relativamente nuevos, raros, caros y delicados, que reúnen cantidades desproporcionadas de recursos; estos lugares pueden llegar a ocupar posiciones estratégicas y a relacionarse entre sí. Así, la tecnociencia se puede describir simultáneamente como una empresa demiúrgica que multiplica el número de aliados y como una hazaña delicada y poco usual de la que oímos

hablar sólo cuando todos los demás aliados están presentes. Si la tecnociencia se puede describir como algo tan poderoso, y sin embargo tan pequeño, tan concentrado y diluido, ello significa que tiene las características de una **red**. La palabra *red* indica que los recursos se concentran en unos pocos lugares (los nudos y los nodos) conectados entre sí (los lazos y la trama): estas conexiones transforman los recursos dispersos en una red que parece extenderse en todos los sentidos. Las líneas telefónicas, por ejemplo, son diminutas y frágiles, tan diminutas que son invisibles en un mapa, y tan frágiles que se podrían cortar fácilmente; no obstante, la red telefónica «cubre» todo el mundo. La noción de red nos ayudará a conciliar los dos aspectos contradictorios de la tecnociencia y a comprender por qué parece que tan pocas personas abarquen el mundo.

El trabajo que tenemos por delante en esta última parte del libro es explorar todas las consecuencias que acarrea la definición de tecnociencia como red. La primera cuestión que abordaré está relacionada con las personas que *no* forman parte de las redes y que caen a través de sus mallas. Hasta ahora hemos seguido a los científicos y a los ingenieros en su trabajo; es necesario volver ahora nuestra atención hacia la multitud de personas que no se dedican a hacer ciencia, con el fin de valorar lo difícil que resulta, para los científicos, convencerlos. Dado el ínfimo tamaño de la producción de hechos, ¿cómo el resto de la humanidad tiene relación con la «realidad»? Si durante la mayor parte de la historia no ha existido este peculiar sistema para convencer, ¿cómo se las ha arreglado el hombre sin él durante tanto tiempo? Si incluso en las sociedades industriales modernas la mayoría de gente no se acerca al proceso de discusión sobre hechos y artefactos, ¿cómo creen, comprueban y argumentan? Si la mayoría de empresas no contaba con científicos o ingenieros que ocuparan los puntos de paso obligado, ¿cómo realizaba habitualmente su negocio la gente corriente *sin* la ciencia? En resumen, la cuestión que estudiaremos en este capítulo es qué hay *entre* la trama de las redes; luego, en el capítulo 6, trataremos la cuestión de cómo se sostienen las redes.

A. LOS JUICIOS DE RACIONALIDAD

1. POBLAR EL MUNDO DE MENTES IRRACIONALES

¿Cómo ve la multitud marginada de las redes a los científicos y a los ingenieros, y cómo consideran estos, a su vez, todo lo externo a las redes?

Tomemos como ejemplo el caso del pronóstico meteorológico. Todos los días, a menudo, muchas veces al día, millones de personas hablan del tiempo, hacen predicciones, citan proverbios e inspeccionan el cielo. Una gran parte de ellos escucha las predicciones del tiempo o mira en la televisión y en los periódicos las fotos de sus respectivos países enviadas vía satélite; muchas veces, la gente hace chistes sobre el hombre del tiempo que, según dicen, «siempre se equivoca»; otros, cuya suerte se ha vinculado *previamente* a la de los meteorólogos, esperan con ansiedad las predicciones antes de tomar la decisión de sembrar el campo, viajar en avión, emprender una batalla o salir de excursión. En los institutos de meteorología, unos pocos miles de meteorólogos se afanan para determinar qué tiempo hace, el que ha hecho y el que hará, utilizando gigantescos bancos de datos alimentados por las señales de los satélites, controlando la multitud de informes parciales que los hombres del tiempo esparcieron sobre el planeta, enviando globos sonda para examinar las nubes, y sometiendo modelos informáticos del clima a nuevas pruebas. A la pregunta «¿qué tiempo hará mañana?» se responde, por un lado, con infinidad de comentarios

dispersos, y por otro, con algunas afirmaciones confrontadas entre sí a través de los télex de la Asociación Internacional de Meteorología. ¿Hay puntos comunes entre ambos conjuntos de comentarios? Ciertamente no, porque, por un lado, las pocas afirmaciones de los meteorólogos se pierden completamente entre chistes, proverbios, valoraciones, presentimientos e interpretaciones de claves sutiles; y, por otro, cuando llega el momento de determinar qué tiempo ha hecho, las predicciones restantes no cuentan para nada. Sólo unos pocos miles de personas son capaces de determinar *qué tiempo ha hecho*; sólo sus opiniones *cuentan*, literalmente, a la hora de asignar los gigantescos fondos necesarios para poner en marcha las redes de ordenadores, instrumentos, satélites, sondas, aviones y barcos que proporcionan los datos necesarios.

Esta situación produce un balance de cuentas muy curioso: todo el mundo pronostica el tiempo y su evolución, y los pocos hombres del tiempo que proporcionan sólo unas cuantas opiniones dispersas entre la multitud de opiniones, son tomados más en serio sólo por pequeños sectores de público, como los militares, las compañías aéreas y marítimas, las personas relacionadas con la agricultura y los turistas. Sin embargo, cuando ponemos todas esas opiniones en un platillo de la balanza y en el otro ponemos unas pocas afirmaciones de los meteorólogos, la balanza se inclina de este último lado. No importa cuántas cosas se digan sobre el tiempo, no importa cuántos chistes se hagan sobre el hombre del tiempo, el tiempo de los hombres del tiempo es lo bastante fuerte como para desechar todos los demás tiempos. Si se pregunta «¿ha sido un verano normal o uno excepcionalmente caluroso?», aunque todos digan y sientan que ha sido un verano caluroso, las vívidas opiniones de la multitud se pueden desechar *dentro* de las redes de la Asociación Internacional de Meteorología. «No», dicen, «fue un verano con sólo 0,01 C por encima de la media». La certeza de millones de personas se ha convertido en *mera opinión* sobre el tiempo, cuya esencia es definida por unos pocos miles de meteorólogos. «*Creías* que había sido un verano caluroso, pero fue *en realidad* un verano normal».

El equilibrio de fuerzas se inclinará hacía un lado u otro en función de si estamos dentro o fuera de la red desarrollada por los meteorólogos. Unos pocos hombres de ciencia bien situados pueden derrotar a millones de personas. Sin embargo, esto sólo ocurrirá mientras ellos se encuentren *dentro de sus propias redes*, porque, sin que nos importe lo que los hombres del tiempo digan o hagan, todos nosotros aún creeremos que fue un verano caluroso y haremos chistes, a la mañana siguiente, sobre las previsiones meteorológicas que «como siempre eran erróneas». Ahora es cuando la noción de red es útil: la meteorología «abarca» el tiempo del mundo entero, pero casi todos nosotros quedamos fuera de su red. El problema de los meteorólogos será, entonces, *extender* sus redes, lograr que sus predicciones sean indiscutibles, hacer obligatorio el paso por el instituto de meteorología para todo aquel que quiera saber el tiempo. Si tienen éxito, se convertirán en los portavoces oficiales del tiempo del planeta, los únicos representantes capaces de prever sus variaciones y su evolución. No importa cuánta gente quede fuera, los hombres del tiempo siempre serán más fiables. La forma en que se obtiene dicho objetivo no nos interesa en este momento (véase el próximo capítulo) porque ahora queremos comprender qué ocurre con la opinión de la gente sobre el tiempo cuando los meteorólogos se convierten en los únicos portavoces del tiempo.

Todas las demás predicciones se convierten, a ojos de los científicos, en afirmaciones ilegítimas sobre el tiempo. Antes de que la meteorología se convirtiera en una ciencia, dicen, todos andaban a tientas en la oscuridad, divulgando verdades a medias sobre la forma de las nubes o sobre el vuelo de los gorriones, creyendo en todo tipo de confusos y absurdos mitos entremezclados, por fortuna, con unas pocas

recetas prácticas acertadas. Una interpretación menos despiadada sostiene que no podían hacerse una idea global y que reaccionaban únicamente frente a indicios locales y provisionales. Ahora tenemos, por un lado, **creencias** sobre el tiempo, y, por otro, **conocimiento** sobre él. Es la primera vez en el libro que prestamos atención a estas palabras, y es importante que entendamos por qué han llegado tan tarde, y sólo para caracterizar cómo los científicos ven el exterior desde el interior de su poderosa red. Para ellos, las creencias son más subjetivas, dicen más acerca de quien las sostiene que del tiempo; el conocimiento, por el contrario, es objetivo, o al menos siempre tiende a serlo, y nos dice qué tiempo hace, no quiénes son los hombres del tiempo. Incluso si las creencias coinciden a veces con el conocimiento, no se trata más que de un accidente y no son por ello menos subjetivas. A los ojos de las personas que están dentro de las redes, la única forma de conocer el clima y su evolución es *aprender* lo que los climatólogos han descubierto. Quienes aún mantienen creencias sobre el clima son sencillamente ignorantes.

En esta interpretación de las opiniones no científicas tiene lugar una transformación sutil pero radical. Ya no nos enfrentamos con nuestra asimetría original entre el interior y el exterior de una red, entre el acceso a fotografías de satélite, bancos de datos, contadores y sondas, y el acceso a indicios misteriosos en el jardín, al folclore y a los proverbios. Los recursos necesarios para hacer afirmaciones fiables sobre el tiempo quedan, poco a poco, fuera del cuadro. En realidad todavía existe una asimetría, pero de forma progresiva su naturaleza ha ido cambiando por completo: ahora es una asimetría entre personas que sostiene creencias más o menos distorsionadas sobre algo, y personas que *conocen* la verdad de la cuestión (o que pronto la conocerán). Se ha trazado una división entre aquellos que tienen acceso a la naturaleza del fenómeno y aquellos que, al no haber aprendido lo suficiente, tienen acceso únicamente a visiones deformadas de ese fenómeno.

La cuestión que debe plantearse no es, para los científicos, la misma que yo he planteado al principio: ¿cómo pueden tan pocos meteorólogos extender sus redes para controlar el pronóstico del tiempo, a despecho de la multitud de opiniones contradictorias? La cuestión que debe plantearse ahora es la siguiente: ¿cómo es posible que *todavía* hayan personas que crean todo tipo de disparates sobre el tiempo y su evolución cuando es tan fácil aprender de nosotros qué tiempo hace en realidad? Lo sorprendente ya no es cómo tan pocos laboratorios bien equipados pueden desechar y reemplazar a millones de personas, sino cómo las personas pueden *creer* cosas que en realidad podrían *conocer*.

Lo que deberíamos estudiar y maravillarnos se ha alterado por completo. Muchas de las cuestiones que plantean los científicos de diversas disciplinas cuando piensan sobre lo externo a suś redes adquieren ahora una forma diferente: ¿cómo puede alguien creer eso *todavía*? O ¿cómo alguien ha *tardado tanto* en darse cuenta de que eso era una equivocación? Por ejemplo, un astrónomo se preguntará «por qué los estadounidenses con una educación moderna todavía creen en los platillos volantes a pesar de que, como es obvio, no existen». Un sociobiólogo moderno estará interesado en saber «por qué los biólogos tardaron tanto en aceptar la teoría de Darwin». Un psicólogo querrá saber «por qué hay gente lo bastante tonta como para creer todavía en la parapsicología, cuyos errores se han demostrado durante décadas». Un geólogo estará indignado por el hecho de que «en 1985 todavía existe gente que cree más en el arca de Noé que en la geología». Un ingeniero deseará recibir una explicación de «por qué los campesinos africanos continúan negándose a utilizar bombas de agua solares que son muchos más eficaces y baratas». Un profesor de física francés estará desconcertado al descubrir que «nueve de cada diez padres de sus alumnos creen que el sol gira alrededor de la Tierra». En todos estos ejemplos se supone de manera implícita que la gente debería haber ido en un sentido, el único razonable, pero que, desafortunadamente, algo les ha llevado por mal camino, y es este algo el que exige una explicación. La línea recta que deberían haber seguido es la llamada *racional*; la línea que, por desgracia, se les ha hecho adoptar es la *irracional*. Estos dos adjetivos, que son los elementos esenciales del discurso sobre la ciencia, no habían sido utilizados hasta aquí. Aparecen cuando los científicos hacen una suposición acerca de por qué existen no científicos. Esta conjetura se ilustra en la figura 5.1.

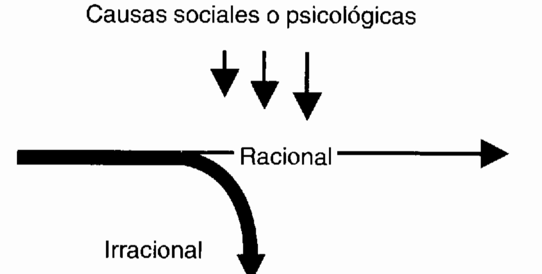


Figura 5.1.

Como los científicos se sorprenden de que la gente se aparte del camino correcto que deberían haber seguido, necesitan explicar esta distorsión apelando a fuerzas especiales (flechas verticales en el diagrama). La gente, en efecto, habría comprendido inmediatamente lo que es la realidad si no fuera porque los acontecimientos externos se lo impidieron. Se puede apelar a los «prejuicios», por ejemplo, para explicar «por qué los estadounidenses todavía creen en los platillos volantes». «Las diferencias culturales» se pueden utilizar para dar cuenta de por qué a los «africanos no les gusta usar bombas solares». «La estupidez completa» puede servir para explicar por qué un colega se comporta tan irracionalmente. Las diferencias sexuales y raciales también pueden tener alguna utilidad. Es posible emplear, asimismo, «las explicaciones sociales» para dar cuenta de «la resistencia de los biólogos frente a la teoría de Darwin». Probablemente temían las consecuencias sociales que dicha teoría podía tener, en términos de conflictividad social, entre los trabajadores del s. XIX. Los problemas psicológicos también se pueden utilizar convenientemente ya que las pasiones pueden cegar a las personas en su camino hacía la razón, y las motivaciones inconscientes pueden distorsionar incluso a la persona más honesta. La gama de explicaciones que podemos aducir es extensa, y no nos interesa construir una lista que, al fin y al cabo, se parecerá a una galería de monstruos. Lo que nos interesa de estas apelaciones a fuerzas externas es, simplemente, que sólo tienen lugar cuando se acepta la distinción efectuada por los científicos entre creencia y conocimiento.

Según ese argumento, la única parte de la línea que requiere explicación es la que se desvía de la línea recta. El camino recto de por sí, es decir, el «conocimiento racional», no necesita explicación alguna. Como es natural, debemos encontrar algunas razones de por qué los hombres del tiempo saben con exactitud el tiempo qué hace, o de por qué los biólogos aceptaron finalmente la teoría de la evolución, o de cómo los geólogos descubrieron los movimientos continentales, pero ninguna de esas explicaciones están relacionadas con los contenidos del conocimiento; son simplemente

condiciones que conducen a él o que ayudan a descubrirlo. Dado que el conocimiento racional, la línea recta, trata de lo que son los fenómenos y no de la gente que los describe, la única explicación necesaria para dar cuenta de la presencia de esas afirmaciones es *el propio fenómeno* (véase capítulo 2, parte C). Esa afortunada situación no es la misma para las afirmaciones irracionales; estas nos dicen poco sobre los fenómenos y mucho sobre las personas que persisten en creerlas. Por ello se requieren explicaciones especiales que den cuenta de su persistencia. Es lo que David Bloor denomina explicaciones asimétricas.[1]

Los científicos hacen, dentro de sus redes, una interpretación más asimétrica de la figura 5.1. Si los propios fenómenos constituyen la única explicación del conocimiento racional, ¿qué se necesita para descubrirlos? ¿Recursos? ¿Aliados? ¿Laboratorios? ¿Grupos interesados? No, porque estos elementos que hemos estudiado a lo largo de cuatro capítulos, y que hacen creíbles las afirmaciones, han sido enteramente eliminados y ya no guardan ninguna relación con el contenido de la ciencia. Para seguir el camino correcto sólo se necesita *una mente razonable y un método bien adecuado.* ¿Qué se necesita, en cambio, para dar cuenta del camino equivocado escogido por los creyentes? Una larga lista de factores que incluye «cultura», «raza», «anomalías cerebrales», «fenómenos psicológicos» y, por supuesto, «factores sociales». De ese modo, la imagen que los científicos dan de los no científicos resulta poco prometedora: unas pocas mentes descubren qué es la realidad, mientras la mayoría de personas tiene ideas irracionales o, como mínimo, es prisionera de multitud de factores sociales, culturales y psicológicos que le hacen aferrarse obstinadamente a prejuicios obsoletos. El único aspecto positivo de esa descripción es que, sólo con que fuera posible *eliminar* esos factores que mantienen a la gente prisionera de sus prejuicios, todas sus mentes se volverían, inmediatamente y sin costo alguno, tan razonables como las de los científicos, y comprenderían sin más los fenómenos. Cada uno de nosotros alberga un científico dormido, que no se despertará hasta que las condiciones sociales se dejen *de lado.*

La imagen de la tecnociencia que habíamos expuesto hasta aquí ha desaparecido completamente, reemplazada por un mundo poblado de mentes irracionales, o de mentes racionales pero víctimas de influencias más poderosas. El coste de la producción de argumentos ha desaparecido, así como la carrera de pruebas. Ver los fenómenos cara a cara no cuesta nada; sólo se necesitan mentes sanas y libres de prejuicios. Nada imposibilita el conocimiento a los habitantes de la Tierra, sólo es cuestión de eliminar las creencias distorsionantes. Ahora podemos entender por qué hasta este momento he intentado evitar las nociones de creencia, conocimiento, racionalidad e irracionalidad. Cuando afloran a la superficie subvierten totalmente la imagen de la ciencia en acción, y la reemplazan por mentes, fenómenos y factores distorsionantes. Si queremos continuar el estudio de las redes de la tecnociencia, tenemos que enderezar las creencias distorsionantes y abolir la oposición entre ideas racionales e irracionales.

2. INVERTIR EL RESULTADO DE LOS JUICIOS POR IRRACIONALIDAD

En el apartado anterior, he afirmado que hay una serie de preguntas tales como ¿de qué manera pueden tal y cual persona creer tal y cual enunciado?, que no debemos intentar contestar, puesto que dichas preguntas son la consecuencia de un tratamiento *asimétrico* realizado por los propios científicos acerca de qué tipo de personas son los no científicos. Intentar contestarlas tiene tanto sentido como preocuparse de por qué un amigo nuestro no nos devuelve el dinero cuando, en realidad, no se lo hemos prestado; o explicar cómo se las arreglo Hermes para volar con sus pequeñas alas ¡antes de comprobar si ese dios existió y voló! Las preguntas sobre las causas no merecen ninguna atención si no se prueba primero la existencia del efecto. Descubrir *por qué* la gente cree en cosas irracionales no será un factor importante si esta irracionalidad es, simplemente, la consecuencia de mirar desde dentro de la red hacia afuera, después de haber agrupado todos los recursos necesarios para que esta red exista, se extienda y se mantenga. Es inútil disponer de una disciplina como la sociología del conocimiento, que intenta dar cuenta de las creencias no científicas, si todas las cuestiones sobre la irracionalidad son meramente *artefactos* producidos por el lugar en el que han sido planteados.

Una forma de evitar la asimetría es considerar que «una creencia irracional» o «el comportamiento irracional» son siempre el resultado de una *acusación*. En lugar de acometer la búsqueda de explicaciones estrafalarias para creencias aún más estrafalarias, vamos a preguntar simplemente quiénes son los acusadores, cuáles son sus pruebas, quiénes son sus testigos, cómo se elige el jurado, qué tipo de evidencia es legítima, y así sucesivamente, hasta construir el marco completo del tribunal en el que tiene lugar la acusación de irracionalidad. En vez de poner el carro delante del caballo y condenar a alguien sin el juicio debido, seguiremos el juicio de la irracionalidad, y sólo si el veredicto de culpabilidad es inevitable buscaremos razones específicas para dar cuenta de esas creencias.

El jurado (generalmente exiguo) de este tribunal se designa entre el público ilustrado del mundo occidental. Frente a este jurado tiene lugar un desfile de acusadores, que se han designado a sí mismos, y que redactan acusaciones de violación de las leyes de la racionalidad (las líneas rectas de la figura 5.1). Al principio, la acusación parece tan terrible que el jurado se encoleriza y se prepara para condenar sin más.

Caso 1: Hay una norma en la sociedad azande que establece que todo aquel que es brujo, transmite esa característica a sus descendientes.[2] Esto debería crear nuevos turnos de acusaciones que abarcarían a todo el árbol genealógico y podrían llevar a juicio no sólo al primer brujo, sino también a sus hijos, nietas, padres, y así sucesivamente. Nada de eso, advirtió perplejo el antropólogo Evans- Pritchard. En vez de sacar esta conclusión lógica, los azande simplemente consideran que hay brujos «fríos» en el clan, que son inocentes y que no pueden ser acusados, y que el peligroso brujo «caliente» puede ser aislado del resto del clan. Así, se presenta al jurado una clara contradicción de las leyes de la racionalidad. Los azande aplican al mismo tiempo dos normas opuestas; norma 1: la brujería se transmite a través de la familia; norma 2: si un miembro es acusado de ser brujo, ello no significa que los miembros de su clan sean brujos. En vez de ver esta contradicción y luchar contra ella, a los azande simplemente *les trae sin cuidado.* Esta indiferencia es lo bastante chocante como para justificar la acusación de irracionalidad realizada por Evans-Pritchard contra los azande. Sin embargo, junto a las acusaciones, también formula un alegato de circunstancias atenuantes: si los azande consideraran como brujo a cada miembro del clan del brujo, se tendría que extirpar a todo el clan, lo cual aterrorizaría a toda la sociedad. Por ello, *para proteger su sociedad* prefieren no sacar conclusiones racionales. Esto es ilógico, dice el acusador, pero es *comprensible*: una fuerza social ha tenido primacía sobre la razón. La penalización no debe ser muy dura, pues los azande no son como nosotros, ellos prefieren proteger la estabilidad de su sociedad en vez de comportarse de forma racional. Como previmos en el apartado 1, hemos encontrado una explicación de por qué algunas personas han sido apartadas del camino correcto.

Caso 2: La acusación no es tan benigna con los habitantes de las islas Trobriand.[3]

Estas tribus no sólo tienen un sistema de propiedad de la tierra increíblemente complejo, sino que los litigios sobre terrenos que a veces se llevan al tribunal muestran infracciones constantes, incluso contra los principios más elementales de la lógica. Su lenguaje es tan desarticulado que ni siquiera cuenta con palabras específicas para unir proposiciones entre sí. Son incapaces de decir cosas como «si... y si... entonces...». No entienden la causalidad. Incluso no tienen idea de lo que está antes y después de una proposición dada. No son sólo ilógicos, ni siquiera prelógicos, son por completo alógicos. El tribunal percibe sus discusiones como un desvarío caótico de enunciados desconectados condimentados al azar con palabras tales como «por consiguiente», «porque» y «así», mezcladas con palabras sin sentido en densas diatribas como la siguiente:

> «Por consiguiente vine a residir en Teyava y vi a mi hermana en una terraza diferente. Había trabajado duro con ellos, para nuestra madre. Pero porque mi hermana no tenía a nadie, me dije a mí mismo, "Oh, esto no está bien. Haré algo de kaiavatam, por supuesto". Gente de Tukwaukwa, como vuestros excrementos, comparado con vuestros jardines el que hice para ella era muy pequeño. Satisfice sus necesidades, por asi decirlo. Me apoderé de Wawawa. Me apoderé de Kapwalelamauna, donde hoy cultivo las pequeñas batatas de Bodawiya. Me apoderé de Bwesakau. Me apoderé de Kuluboku». (Hutchins 1980, p. 69.)

Encontrar circunstancias atenuantes para los habitantes de las islas Trobriand es una tarea desesperanzadora, así como buscar fuerzas sociales que puedan explicar un estado mental tan desordenado. Se debe buscar una pena incondicional para esta gente, que debería ser aislada del resto de la humanidad racional, y quedar prisionera de por vida en sus islas, a menos que se retracten por completo de sus errores y comiencen a aprender seriamente a pensar y comportarse como es debido.

Caso 3: El siguiente caso es mucho menos flagrante, pero sigue mostrando una separación del correcto camino de la razón. En la década de 1870, Elisha Gray le pisaba los talones a Alexander Graham Bell en la carrera por la invención del teléfono, sólo que Gray andaba tras un tipo múltiple de telégrafo y *no* el teléfono.[4] Gray estuvo a punto de descubrir el teléfono varias veces a lo largo de su carrera, pero cada vez que empezaba a preparar una patente, sus preocupaciones más serias relacionadas con la telegrafía le llevaban por mal camino. Para él, así como para el padre de Bell, para el padrastro y para los inversores, el telégrafo era la tecnología del futuro, mientras que el teléfono era, en el peor de los casos, un «juego de niños», y en el mejor, «una curiosidad científica». Pocas horas después de que Bell hubiera presentado su patente, en 1876, Gray declaró una patente preliminar llamada «advertencia». Pero en ese momento no pensó seriamente en acudir a los tribunales para impugnar la prioridad de Bell. Incluso cuando Bell puso sus patentes a la venta por 100 000 dólares, los dueños y consejeros de la Western Union (entre los que Gray era el más prominente) declararon que no estaban interesados. Decidieron emprender una batalla legal contra la patente de Bell 11 años después, cuando, en 1877, en la Western Union se dieron cuenta, un poquito tarde, de que el teléfono tenía futuro y que dicho futuro paralizaría el desarrollo de la Western Union. Gray dejó pasar la ocasión y perdió en los tribunales sus juicios contra la prioridad de Bell, así como en los juicios de la historia contra la sabiduría de este. La acusación no se hace sin una explicación de lo sucedido. Gray, dicen, era un experto en telegrafía, uno de los directores de la Western Union y un inventor famoso. Bell, por su parte, era un perfecto aficionado en este campo, pues trabajaba en la reeducación de sordomudos. Bell vio el camino correcto sin cegarse por los prejuicios, mientras

Gray, que podría haber seguido el mismo camino y casi inventar el teléfono, fue llevado por el mal camino por el peso de sus intereses creados. El veredicto final no es de irracionalidad, sino de falta de flexibilidad (los legos, como es bien sabido, son mejores que los expertos en el campo de la innovación). La pena, aunque leve al principio, es severa a la larga: todo el mundo recuerda el nombre de Bell, pero muy pocos han oído hablar de Elisha Gray que tuvo la «desventaja de ser un experto».

Historias como estas se cuentan y se vuelven a contar constantemente, pasan de boca en boca, se adornan con muchos más detalles, hacen que la gente se ría o se encrespe indignada. La irracionalidad parece encontrarse por doquier, en las mentes salvajes, en las de los niños, en las creencias populares, en el pasado de las disciplinas científicas y técnicas, y en el extraño comportamiento de colegas de otras disciplinas que pierden el tren y toman el mal camino. Cuando se cuentan estas historias parece que, realmente, no se puede apelar el veredicto de irracionalidad, y que la única cuestión pendiente es qué pena debe imponerse en función de las circunstancias atenuantes.

Es muy fácil, sin embargo, *invertir* dichos resultados ofreciendo casos que apoyan a la defensa.

Defensa del caso 1: Hay, en nuestras sociedades modernas, una ley muy dura que prohibe a las personas matarse entre sí. Las personas que infringen esta ley se llaman «asesinos». También hay una práctica, bastante frecuente, consistente en arrojar bombas contra poblaciones enemigas. Los pilotos de estos aviones deberían llamarse, por consiguiente, «asesinos» y deberían ser juzgados. Nada de eso, advirtió con cierta perplejidad un antropólogo azande enviado a Gran Bretaña. En vez de sacar esa conclusión lógica, los británicos simplemente consideran que los pilotos son «asesinos por obediencia debida» (son inocentes y no son juzgados), y que los «asesinos premeditados» son peligrosos y deben ser juzgados y encarcelados. Así, un caso claro de irracionalidad se presenta al mismo jurado que tuvo que decidir sobre la falta de juicio de los azande. Desde el punto de vista del antropólogo africano, los británicos aplican dos normas al mismo tiempo; norma 1: matar personas es asesinar; norma 2: matar personas no es asesinar. En vez de observar esta contradicción e intentar resolverla, a los británicos simplemente *les trae sin cuidado*. Esta indiferencia escandalosa ofrece un motivo claro para justificar un juicio por irracionalidad que podría llamarse «la razón contra los británicos». Por supuesto, pueden encontrarse circunstancias atenuantes de dicha irracionalidad. Si los pilotos fueran llevados a los tribunales, se destruiría la autoridad militar, lo cual aterraría al tejido entero de la sociedad británica. Por ello, *para proteger sus instituciones sociales*, los británicos prefieren no sacar conclusiones lógicas. Aquí, una vez más, se sacan a colación razones sociales para explicar por qué dicha conducta no está en concordancia con las leyes de la lógica.

Al ofrecer una historia construida con la misma estructura que la de la acusación pero con una estructura *simétrica*, la defensa invierte la definición establecida de irracionalidad. Ahora, es el jurado el que está preguntándose si los británicos no son tan irracionales como los azande o, al menos, tan indiferentes a la lógica pues prefieren proteger sus apreciadas instituciones sociales.

Defensa del caso 2: El defensor, Edwin Hutchins, habla en nombre de los habitantes de las islas Trobriand y hace un comentario sobre la «diatriba enmarañada» tan ridiculizada por la acusación:

> Motabesi suplica ante el tribunal su derecho a cultivar un jardín que no le pertenece. Su hermana tiene un jardín pero no tiene quien se lo cultive. Así, encargarse de

su jardín es, en gran medida, responsabilidad de Motabesi. ¿Comió realmente Motabesi «los excrementos» de los Tukwaukwa? ¿Hizo realmente un jardín tan pequeño? No, pero es correcto decirlo a los que están oyendo su caso para subestimarse a sí mismo y a su propio jardín. Es lo que en los tribunales se llama retórica «*captatio benevolentiae*». Luego, Motabesi afirma sus derechos sobre todos los jardines que le han dado. El jardín que es el centro de la disputa se llama «Kulubo-ku». Uno de ellos, llamado «Kapwaleleamauna», se lo ha otorgado la misma mujer, Ilawokuva, que es la dueña del jardín en disputa. No es este un argumento fehaciente, y los litigantes no afirman que así lo sea, pero supone un buen punto a su favor. ¿Habla Motabesi de forma irracional? No, simplemente hace constar un conjunto de condiciones conectadas en defensa de su caso. Lo cual es bastante razonable dado el sistema en extremo complejo de propiedad de tierras, que no está escrito, y que no tiene menos de cinco grados diferentes de lo que en occidente simplemente llamamos «propiedad». (Adaptado de Hutchins, 1980, p. 74).

En el tribunal de la racionalidad, el defensor ha modificado la opinión del jurado sobre la naturaleza alógica de las mentes de los habitantes de las islas Trobriand, al *añadir* el *contexto* de la discusión y del sistema de propiedad de la tierra sobre el que se basa el razonamiento argüido. Apenas se introducen estos elementos en la disputa, se restituyen también todas las capacidades cognitivas negadas por la acusación. Los habitantes de las islas Trobriand proceden ante los tribunales de la misma forma que nosotros, pero tienen un sistema diferente de propiedad de la tierra y hablan en un lenguaje desconocido para nosotros. Es así de sencillo. No tiene nada de extraordinario, no hay, por cierto, motivos para acusar a nadie de irracionalidad, y todavía menos para condenarlo o proponer penas.

Defensa del caso 3: La historia de Bell, el aficionado desconocido que superó a Gray, el experto de buena reputación, es conmovedora y patética, pero se ha interrumpido demasiado pronto, dice el defensor. Si continuamos la historia obtendremos un resultado completamente diferente. Apenas habríamos oído hablar de Bell si, en 1881, la naciente Bell Company no hubiera comprado la Western Electric Company para convertirla en fabricante exclusiva de todos los componentes físicos del teléfono, estandarizando así la red telefónica que, por fin, se hacía posible. Pero ¿quién fue el fundador de la Western Electric Company? El propio Gray, que realizó otras numerosas invenciones de equipos telefónicos y eléctricos. Además, Bell, el lego imaginativo, tuvo que dejar pronto su propia compañía para ser reemplazado por un gran grupo de *expertos especialistas* en electricidad, física, matemática, administración de empresas y contabilidad. Si no, la Bell Company habría desaparecido en la jungla de las más de 6000 compañías telefónicas que, a finales de siglo, entremezclaban sus cables y líneas a lo largo y ancho de Estados Unidos. Los aficionados ganan una vez, pero pierden las demás. Por eso, si se quiere explicar por qué Gray perdió el teléfono y Bell lo alcanzó en 1876, es bastante justo explicar también por qué Bell quedó apartado del desarrollo de su propia compañía diez años más tarde y fue sustituido, poco a poco pero con firmeza, por expertos. La misma ceguera frente a la lógica del sistema telefónico y su difusión no puede ser utilizada como causa del triunfo de Bell y, al mismo tiempo, como causa de su fracaso final. No se puede utilizar la «conocida superioridad de los aficionados en la innovación», pues este factor tendría que utilizarse positivamente en 1876, y en sentido negativo, diez años más tarde, ¡La misma causa explicaría a un tiempo el crecimiento y el rezagamiento de la Bell Company! Es asimismo imposible explicar, por la misma adhesión a la tradición y por los intereses creados, el fracaso de Gray con el teléfono y su triunfo al hacer de la Western Electric Company un instrumento tan eficaz en el desarrollo del teléfono. De nuevo, la misma «causa» tendría que ser utilizada, de manera alternativa, para explicar la resistencia a la innovación y su aceleración...

El jurado ha invertido su veredicto contra Gray, sencillamente porque el defensor ha dejado que la historia continúe un poco más, mostrando cómo cada factor utilizado para «explicar» una distorsión en el camino correcto de la razón se usaba más tarde para «explicar» lo contrario. Esto sugiere que la labor de buscar «la causa de las distorsiones» está herida de muerte.

En vez de buscar explicaciones de por qué la gente mantiene creencias extrañas, la primera cosa que debe hacerse cuando se cuenta una de esas historias acerca de personas irracionales, es *intentar invertir los resultados*. Siempre es factible hacerlo mediante alguno de estos medios:

1. Contar otra historia construida sobre la misma estructura, pero aplicada a *la sociedad del narrador de la historia* (cambiando, por ejemplo, un antropólogo británico en Africa por un antropólogo africano en Gran Bretaña).

2. Volver a contar la misma historia pero trayendo a colación el *contexto* cada vez que parezca haber un fallo en el razonamiento y mostrar qué tipo de elementos desconocidos se utilizan en él (añadir, por ejemplo, a la retórica de los habitantes de las islas Trobriand, su complejo sistema de propiedad de la tierra).

3. Volver a contar la misma historia pero dándole una estructura diferente, dejándola continuar. La reestructuración hace generalmente que la mayoría de «explicaciones» se vuelvan inservibles, pues en un momento posterior, las explicaciones también aparecen como contraejemplos.

4. Contar otra historia en la que también se infrinjan las leyes de la lógica; una historia que no verse sobre creencias, sino sobre el conocimiento del narrador. La audiencia se dará cuenta, entonces, de que sus juicios no se basaban en la violación de las reglas, sino en lo *exótico* de las creencias.

Cuando se emplea alguno de estos trucos, o se combinan entre sí, se invierte la acusación de irracionalidad. Parece no existir ningún caso en el que un abogado competente no pueda convencer al jurado de que los otros no son tan ilógicos, sino que, simplemente, están *lejos* de nosotros.

3. ENDEREZAR LAS CREENCIAS DISTORSIONADAS

La tarea del jurado responsable de los juicios por irracionalidad se vuelve bastante difícil. A primera vista, cada caso estaba claro, pues no parecía haber dificultad en trazar una *división* entre creencias por un lado, y conocimiento por otro; ni tampoco parecía haber dificultades en calificar con adjetivos despectivos tales como «irracional, crédulo, prejuicioso, absurdo, distorsionado, cegado, inflexible, etc.» a la parte derecha, y con adjetivos laudatorios como «racional, escéptico, fundamentado, fiable, honrado, lógico, libre de prejuicios», y así sucesivamente, a la izquierda. Al final del primer turno de acusaciones, no parecía haber problemas para definir a la ciencia con uno de esos grupos de adjetivos, y a la no ciencia con el otro. Añadiendo a los adjetivos adverbios tales como «puramente», «completamente», «estrictamente», «totalmente» o «enteramente», aún se acentúa más la división. Sin embargo, cuando los defensores exponen sus argumentos, la clara división se vuelve cada vez más confusa. Los adjetivos se mueven de un lado a otro de la división.

Observemos el adjetivo «escéptico». Al principio define de forma amable, por ejemplo, a la cuidadosa defensa realizada por Jean Bodin de la utilización de una metodología adecuada en la ciencia y en las cuestiones legales.[5] Si dejamos que la historia continúe, sin embargo, vemos como el escepticismo de Bodin se aplica a aquellos que *dudan* de la brujería, es decir, al final, la investigación científica libre es para Bodin una forma de *probar* definitivamente, contra los escépticos, la existencia de la brujería. Descartes, por otro lado, uno de los fundadores del método científico, se opone de manera clara a las creencias que no resistan lo que él llama «duda metódica», y la creencia en la brujería es una de ellas. Sin embargo, ni siquiera Descartes permanece mucho tiempo en la parte derecha de la división, pues obstinadamente llena el espacio de vórtices y niega cualquier forma de acción a distancia (como la gravitación); esta postura lo enfrenta directamente con Newton, cuyo espacio vacío y su gravitación no mediada considera con el mismo horror que la creencia en la brujería y en las «cualidades ocultas». Así tal vez, después de todo, debemos considerar que Newton, y sólo Newton, se encuentra en el lado derecho de la divisón, mientras que todos los que le antecedieron vivieron en la oscuridad de la no ciencia. Pero eso también es imposible, pues los científicos continentales ridiculizan a Newton y lo ven como un reaccionario que quiso reintroducir una atracción misteriosa y que carecía de los principios más básicos del método científico, a saber, una mente escéptica y libre de prejuicios. Además, al mismo tiempo que escribe sus *Principia Mathematica*, Newton cree en la alquimia.[6] La única forma de detener el salto arbitrario de los adjetivos de un lado a otro de la división sería creer que sólo los científicos *del año en curso* tienen razón, y son escepticos, lógicos, etc., pidiendo al jurado que crea a aquellos que son *los últimos* en hacer sus alegatos. Pero tal creencia sería bastante ilógica, pues el próximo año aparecerán nuevos científicos que, una vez más, ¡tendrán que reprender a sus predecesores por haber sido infieles a las reglas del método científico! Con lo que, al final, la única conclusión lógica de tan ilógica creencia es que nadie en la Tierra es constantemente racional.

En este momento, el jurado está desesperado. Si consigues abogados lo bastante listos, no existe ningún episodio absurdo en la historia de la religión, de la ciencia, de la tecnología o de la política, que no pueda parecer tan lógico y comprensible como cualquiera de los que están en el lado bueno de la división, y, a la inversa, no hay episodio correcto que no pueda parecer tan estrafalario como el peor episodio del lado malo de la división. Además de las cuatro estratagemas retóricas que vimos en el apartado 2, puede ser, sencillamente, una cuestión de elegir los adverbios y adjetivos adecuados. Bodin, por ejemplo, es considerado un oscurantista que, por puro prejuicio, creyó fanáticamente en la brujería: para él, la prueba de que las viejas eran realmente brujas consistía en que ellas lo admitieran y confesaran por escrito sus vuelos a los aquelarres; dicha «prueba» se obtenía bajo tortura y en contradicción con los principios más básicos del método científico, puesto que suponía que los cuerpos de estas viejas al mismo tiempo yacían en sus lechos y danzaban con el diablo; una simple mirada a estas mujeres dormidas habría convencido a Bodin de lo absurdo de sus prejuicios. Galileo, por otro lado, rechazando con coraje las trabas de la autoridad, llegó a su ley matemática de la caída de los cuerpos sobre bases puramente científicas, dejando de lado las llamadas «pruebas» de la física aristotélica y dedujo teóricamente lo que sus experimentos mostraban de forma imperfecta, invirtiendo, así, todo lo que la Iglesia creía sobre la estructura del universo. Resulta claro que Bodin debe situarse en el lado oscuro de la división y Galileo en el más iluminado. Pero ¿qué sucede si invertimos los adverbios y los adjetivos? Bodin, por ejemplo, se convierte en un valiente defensor de la fe que dedujo la existencia de la brujería sobre bases puramente teóricas; hizo una extrapolación cuidadosa a partir de numerosas experiencias sufridas, bajo tortura, por los cuerpos de las brujas, resistiendo sus trucos diabólicos para evitar la confesión, y descubriendo un nuevo principio científico según el cual los cuerpos pueden, a la vez, volar y descansar en sus lechos. Por otro lado, Galileo Galilei, fanático compañero de viaje de los protestantes, deduce de la abstracta matemática una ley de caída de los cuerpos muy poco científica de la que se sigue la absurda consecuencia de que todos los cuerpos, cualquiera que sea su naturaleza, caen hacia la Tierra a la misma velocidad; una simple mirada a la experiencia diaria tendría que convencer a Galileo de lo absurdo de su prejuicio, ¡pero él lo mantuvo obstinada y ciegamente contra la autoridad secular del sentido común, de la experiencia, de la ciencia y de las enseñanzas de la Iglesia! ¿Quién está ahora en el lado oscuro de la división, y quién en el ilustrado? ¿Qué lector, sentado en el tribunal de la Inquisición, habría dejado en libertad a Galileo y habría puesto a Bodin bajo arresto domiciliario?

Sólo hay dos formas de escapar de esta situación. Una es utilizar adjetivos despectivos y laudatorios y los adverbios que les acompañan siempre que se crea conveniente. «Estrictamente lógico», «totalmente absurdo», «puramente racional» y «completamente ineficaz» se convierten, así, en *cumplidos o anatemas*. No dicen nada sobre la naturaleza de las afirmaciones. Simplemente ayudan a la gente a impulsar sus argumentaciones, de la misma manera en que las palabrotas ayudan a los trabajadores a levantar grandes pesos o que los gritos de guerra ayudan a los karatecas a intimidar a sus rivales. Esta es la forma en que la mayoría de la gente emplea dichos conceptos. La segunda forma es reconocer que esos adjetivos son tan poco fiables que *no cambian* la naturaleza de la afirmación, siendo cada parte de la división tan racional y tan irracional como la otra.

¿Cómo podemos eliminar una distinción entre mentes racionales e irracionales que es tan clara y tan confusa al mismo tiempo? Simplemente volviendo sobre nuestros pasos. Recuerden que inventamos la noción de mentes irracionales sólo en el primer apartado de este capítulo, con el fin de estudiar de forma diferenciada lo que se encontraba dentro y fuera de las redes. La invención quedó representada en la figura 5.1, que trazaba en principio una línea recta; luego, *comparándola* con esta línea, advertimos una desviación respecto al camino correcto de la razón; finalmente, con el fin de explicar este desvío que en nuestra opinión no debería haber ocurrido, buscamos factores especiales y, en consecuencia, fuimos arrastrados a los tribunales de la razón donde quedamos presos de los sofismas de los abogados. Toda esta sucesión de acontecimientos sólo estaba en función de un único movimiento original: *el trazado de una línea recta* en la figura 5.1. Si la borramos, todo el confuso e infructuoso debate sobre la racionalidad y la irracionalidad desaparece del mapa.

Permítannos volver al primer caso y a su refutación. El antropólogo británico argumentó que los azande se enfrentaban con una contradicción y la evitaban con el fin de proteger la paz social. A esto, el antropólogo azande replicó que los británicos también ignoraban contradicciones al mantener simultáneamente que matar gente era asesinar y que los pilotos que arrojaban bombas no eran asesinos. En la figura 5.2 he representado los dos casos, a cada lado de una línea divisoria. Las dos líneas punteadas rectas están trazadas por los dos antropólogos que recurren a factores sociales *ad hoc* para explicar las creencias distorsionadas de la sociedad estudiada. Un plano de simetría divide el cuadro. De acuerdo con esta imagen, ambos casos son igualmente ilógicos.[7]

Sin embargo, el antropólogo azande cometió un error garrafal al considerar nuestra cultura occidental. Supuso que cuando aplicamos la regla «matar gente es asesinar», incluimos *implícitamente* la situación de guerra en la noción de «matar gente». Entonces, como nos negamos a decirlo *explícitamente*, el antropólogo argumentó

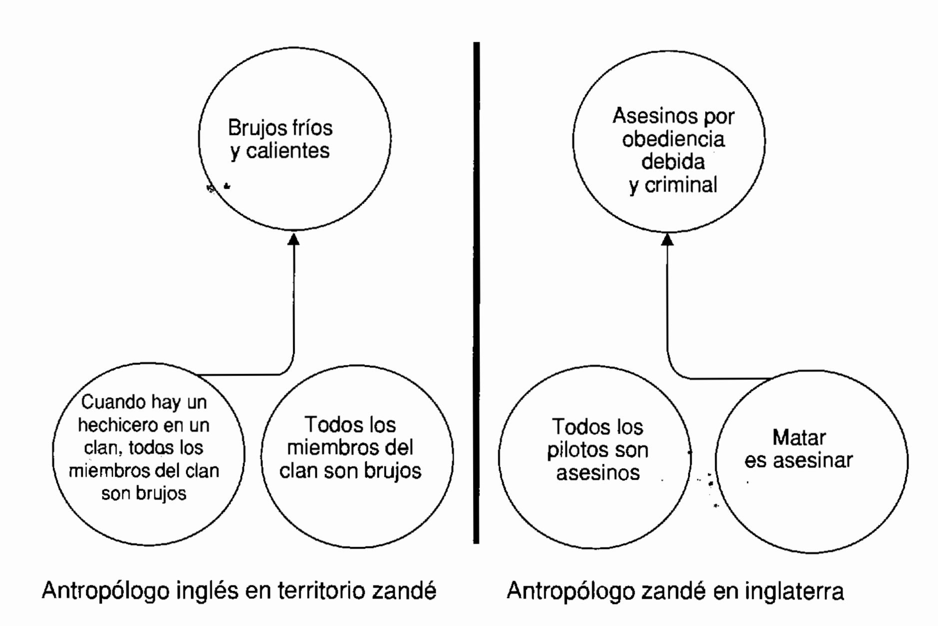


Figura 5.2

triunfalmente que somos incapaces de razonar lógicamente. Pero no es así, porque nuestra noción de asesinato *nunca implica* la situación de guerra, salvo en casos muy poco frecuentes como el de los juicios de Nüremberg, que mostraron lo difícil que es juzgar a soldados que «sólo obedecían órdenes». Por lo tanto, no nos pueden acusar de no querer sacar conclusiones lógicas, pues las premisas del razonamiento están en la mente del antropólogo y no en las nuestras. Si el antropólogo no comprende el significado de la palabra «asesinato» y no está familiarizado con su definición en occidente, no es nuestra culpa. En la parte derecha de la figura 5.2 lo equivocado no es nuestra «creencia distorsionada» sino, por el contrario, la línea punteada trazada por el antropólogo azande.

Si creemos que para nosotros eso es cierto, estamos obligados a pensar que al otro lado del plano de simetría sucede lo mismo. Lo más probable es que en la definición de transmisión de la brujería, los azande nunca incluyan la posibilidad de que todo el clan quede contaminado. Aquí pasa lo mismo, la culpa no es de los azande por no entender la lógica, sino de Evans-Pritchard por no comprender la definición de brujería de los azande.[8] Las acusaciones lanzadas por ambos antropólogos sobre la cultura que estudian se vuelve en su contra: ambos desconocen la cultura que estudian. La acusación contra las sociedades por infringir la lógica se reemplaza por la carencia de conocimiento por parte de unos cuantos antropólogos aislados enviados a un país extranjero. Después de todo, esto es mucho más razonable. Es mucho menos sorprendente suponer que la ignorancia de dos antropólogos les hizo deformar las creencias de otros, que suponer que una sociedad entera está desprovista de razón.

¿Qué forma tendrá la figurá 5.2 si eliminamos el error de los antropólogos?

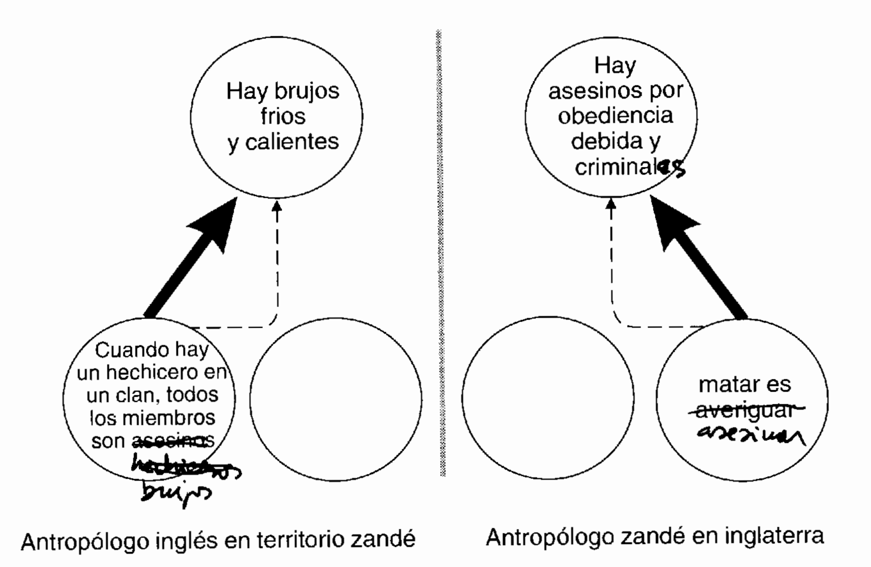


Figura 5.3

Las creencias distorsionadas se han enderezado. Se han tachado las rectas líneas de puntos, inventadas por los antropólogos desde su ignorancia, así como la «falta de lógica», la «acusación de irracionalidad» y los «factores sociales» que explicaban la existencia de las curvas. Cuando los azande definen la contaminación de los brujos, distinguen entre «fríos» y «calientes». Cuando nosotros definimos el asesinato, distinguimos entre matar «por deber» y matar «a propósito». Y punto. Nadie es ilógico; se ha averiguado cómo se define una palabra o una práctica, eso es todo. No se ha presentado ni el más mínimo motivo para llevar a cabo una acusación de irracionalidad.

De la misma forma se podrían resolver los casos estudiados hasta aquí. ¿Qué diferencia hay entre entre la lógica de los habitantes de las islas Trobriand y la nuestra? (véase el segundo caso y su refutación.) Ninguna, salvo que su sistema legal es diferente y su sistema de propiedad de tierra es extraño para nosotros. ¿Qué diferencia hay entre la mente de Gray y la de Bell? (véase el tercer caso.) Ninguna, pero no estaban interesados en el mismo artefacto; uno investigaba el telégrafo, y el otro, el teléfono. ¿Qué diferencia se puede encontrar entre la metodología de Bodin y la de Galileo? Probablemente ninguna, ambos utilizaban complejas «condiciones de laboratorio», pero no creían lo mismo y no entrelazaban los mismos elementos. Las capacidades cognitivas, los métodos, los adjetivos y los adverbios no dan lugar a una diferencia entre creencias y conocimiento, porque todos somos tan lógicos o ilógicos como los demás. El tribunal se declara incompetente para juzgar los casos y decide liberar todas las personas que habían sido arrestadas. Los jueces, el jurado, los testigos y la policía desaparecen. Todos son inocentes del crimen de irracionalidad o, más exactamente, no se puede *probar* que alguien sea culpable de dicho crimen. Después de haber poblado el mundo de mentes irracionales, al preguntarnos ingenuamente por qué había tantas personas que no eran científicos, comprendemos ahora que el problema lo creaba nuestra pregunta. En lugar de vivir

en un mundo hecho de rectas líneas de puntos que la gente no suele seguir, y de caminos equivocados que escogen muy a menudo por estar cargados de prejuicios y pasiones, vivimos en un *mundo bastante lógico*. La gente se preocupa de sus cosas y sigue su camino....

B. CUESTIONES SOCIOLÓGICAS

A los abogados, que fueron lo bastante competentes, valientes y listos para convencer al tribunal de que *a)* todos los casos de patente irracionalidad tienen una gran cantidad de circunstancias atenuantes, *b)* la mayoría de los casos de comportamiento racional manifiestan señales de patente irracionalidad, y *c)* el tribunal es incompetente y debe ser disuelto, pues no existe un código formal de leyes que pueda proporcionar las bases para su veredicto, se les llama relativistas en oposición a los acusadores, que son llamados racionalistas.[9] Siempre que se formula un cargo de irracionalidad, los relativistas argumentan que sólo se trata de una apariencia que depende del *punto de vista* relativo del jurado, de aquí su nombre, y ofrecen una nueva perspectiva desde la cual el razonamiento parece sencillo. Su postura se denomina simétrica y se diferencia con claridad de los principios asimétricos de la interpretación que busca factores sociales para «explicar» el extravío respecto al camino correcto. Los relativistas nos ayudan a comprender qué se cuela a través de la red científica, y nos permiten reanudar nuestro trayecto sin ser arrastrados por los juicios por irracionalidad.

1. ENFRENTARSE CON LAS AFIRMACIONES DE OTROS

El problema con los relativistas es que, si tuvieran razón, deberíamos detener aquí nuestro camino y contemplar plácidamente la inocencia de todos. En realidad, incluso podríamos echar todo el libro a las llamas, y con él, los pesados archivos de las actas del tribunal. ¿Por qué? Porque durante cuatro capítulos hemos seguido a los científicos en el duro trabajo de hacer que sus afirmaciones sean *más creíbles* que las de los demás. Pero, si este gigantesco trabajo no marca ninguna diferencia, han perdido su tiempo. Yo he perdido mi tiempo, y los lectores el suyo. Es cierto que al adoptar la postura asimétrica se ignoraba el ínfimo tamaño de las redes científicas, pues se suponía que la ciencia y la tecnología se extendían en todos los sentidos sin costo alguno, dejando de lado únicamente algunos rastros vergonzosos de irracionalidad que tenían que ser depurados con una educación mejor y una metodología adecuada. Pero en la postura simétrica se ignora totalmente la existencia misma de la red científica, de sus recursos y de su capacidad para inclinar la balanza de fuerzas. No la tenemos que negar porque los meteorólogos acusen injustamente a millones de personas de aferrarse aún a creencias equivocadas sobre el tiempo (véase parte A, apartado 1); cuando llega el momento de hacer el pronóstico, sólo unos pocos miles de personas *logran* desplazar a los millones de opiniones restantes. La postura simétrica puede ser más comprensible y parecer más justa, pero para nosotros es tan peligrosa como la postura asimétrica de la parte A, pues en ambos casos se niega la verdadera naturaleza de la tecnociencia. La hacen demasiado grande o demasiado pequeña, demasiado eficiente o demasiado inútil.

Naturalmente, la obligación profesional de los abogados es creer en la inocencia de sus clientes y convencer de ello al jurado, pero los abogados sólo constituyen una pequeña parte del sistema judicial. Que un buen abogado haya conseguido la absolución de sus clientes, no quiere decir que no se haya cometido ningún crimen. De todos modos, todos los abogados, todos los relativistas, todos los científicos y todos los ingenieros luchan incansablemente para *crear* una asimetría entre las afirmaciones, una asimetría que no se pueda invertir fácilmente. Esta es la base de la retórica de los abogados. Hemos aprendido en la parte A, gracias a la defensa de los relativistas, que esta asimetría no debe justificarse poniendo la creencia (o la irracionalidad) de un lado y el conocimiento (o la racionalidad) del otro. Pero el problema de justificar la asimetría aún sigue presente. Si ya no es la presencia o ausencia de reglas lógicas formales lo que marca la diferencia, entonces, ¿qué es? Negar que se producen diferencias tendría tanto sentido como decir «nunca diré no».

En resumen, el aspecto positivo del relativismo es, por lo que respecta a las *formas*, que no se puede reconocer ninguna asimetría entre el razonamiento de las personas. La retirada de los cargos siempre sigue la misma norma: «sólo porque no compartes las creencias de alguien, no debes hacer la *suposición adicional* de que él (o ella) es más crédulo que tú». Además, lo que debe explicarse es por qué no todos compartimos las mismas creencias. La acusación pasa de la forma al contenido.

En un conocido estudio realizado en la Unión Soviética, Luria puso a prueba la capacidad de campesinos sin instrucción para comprender silogismos sencillos como el siguiente:[10] «En el polo norte todos los osos son blancos; Novaya Zemyla está en el polo norte. ¿De qué color son allí los osos?».

Una respuesta corriente fue: «No lo sé. Deberías preguntarle a los que han viajado por allí y los han visto».

Si estuviéramos todavía en la parte A, lo consideraríamos como un claro fracaso en la comprensión de la naturaleza lógica del problema. El campesino es incapaz de abstraer y de extraer consecuecias de premisas (lo que en lógica se llama *modus ponens*). Sin embargo, Cole y Scribner repitieron el estudio en Liberia e invirtieron el veredicto de Luria empleando dos de las tácticas que presentamos al final de la parte A: dejaron continuar la historia y tuvieron en cuenta el contexto. Los campesinos que habían fracasado en pruebas similares explicaron sus razonamientos argumentando, por ejemplo, que para conocer el color de algo, tenían que verlo, y que para ver algo tenían que estar junto al animal. Como ellos no estaban allí y no podían ver al animal, no podían responder a la pregunta. Esta cadena de razonamientos implica lo que en lógica se llama *modus tollendo tollens* (razonamiento a partir del consecuente), ¡que supuestamente es más difícil de manejar que el razonamiento a partir del antecedente! Todavía quedan diferencias entre lo que se esperaba de la prueba y lo que los campesinos consiguieron, pero ya no residen en la *forma* de la lógica utilizada. Cole y Scribner argumentan que esos campesinos no han ido a la escuela y que eso, en realidad, entraña una gran diferencia, porque la mayor parte de las enseñanzas escolares se basan en la capacidad de responder a preguntas inconexas relacionadas con cualquier contexto situado fuera del aula. «No pensar en las mismas cosas» no equivale a «no ser lógico». En este ejemplo, las diferencias que buscábamos han pasado de la forma de las afirmaciones, «capacidad para utilizar silogismos», a su contenido, «número de años de escolarización». No es posible acusar a los campesinos de ser ilógicos, pues utilizan el complejo *modus tollendo tollens*, pero es posible acusarlos de no utilizar la lógica que se aprende en la escuela; en resumen, es posible acusarlos de no haber ido a la escuela. No puedes acusarme de ser ilógico, pero puedes pertenecer a otro grupo y desear que no me interponga en tu camino.

De cuestiones relativas a «mentes» y «formas» hemos pasado ahora a situaciones conflictivas entre personas que viven en mundos diferentes. Un rasgo distintivo de todos los episodios que hemos estudiado sale a relucir nuevamente: todas las acusaciones

se han desencadenado cada vez que *se cruzaban* los caminos de los acusadores y de los acusados. Ahora podemos vislumbrar cómo dejar a los relativistas con sus obligaciones profesionales de abogados defensores, y continuar nuestro camino para comprender simultáneamente qué capturan las redes científicas en sus mallas y qué se les escapa. El pronóstico del tiempo para una región extensa da lugar a continuos desacuerdos con los habitantes que quieren predicciones sobre el tiempo local. De aquí las acusaciones recíprocas entre meteorólogos y lugareños (parte A, apartado 1). Los dos antropólogos (véase el primer caso y su refutación) hacían un recorrido por culturas extranjeras y enviaban sus diarios de viaje a los colegas de sus países con el fin de plantear importantes debates sobre la racionalidad. Los litigantes de las islas Trobriand estaban ocupados en la lucha por recobrar la propiedad de sus jardines; sus debates fueron grabados y estudiados por Hutchins, un antropólogo cognitivista californiano, que quería regresar a casa con una tesis doctoral que cambiara las opiniones de los antropólogos acerca de la mentalidad salvaje (véase el segundo caso y su refutación). Gray y Bell extendieron diferentes redes que competían entre sí, y su historia fue narrada por historiadores de la tecnología que no estaban interesados en desarrollar el telégrafo o el teléfono, sino que querían refutar argumentos sobre cómo los factores sociales favorecían o impedían las innovaciones (caso 3).

Como acentué en la parte A, ninguno de estos episodios puede demostrar algo irrefutable sobre la racionalidad o irracionalidad de la mente humana. Sin embargo, todos muestran que hay muchas discusiones sobre el pronóstico del tiempo, la propiedad de los jardines, el éxito de las profecías, la naturaleza de la lógica, o la superioridad del telégrafo sobre el teléfono. Estas discusiones tienen lugar dentro de los campos científicos (meteorología, antropología, historia, sociología), fuera de ellos (cuando se trata de jardines, tormentas, etc.) y en las intersecciones entre los dos grupos (antropólogos y «salvajes», habitantes y meteorólogos, ingenieros e historiadores de la tecnología, etc.). Los ejemplos también muestran que, a veces, algunas de estas disputas duran mucho tiempo: Motabasi recuperó su jardín, la definición de Evans-Pritchard sobre la brujería de los azande se mantuvo de forma incuestionable durante décadas, Hutchins obtuvo su título de doctor, Bell se convirtió en el epónimo de Ma Bell... Hemos pasado, ahora, de debates sobre la razón a discusiones acerca de cómo el mundo está habitado por gente diferente, cómo pueden alcanzar sus metas, qué se opone a su camino y qué recursos deben utilizar para despejarlo. En efecto, hemos vuelto a los comienzos del capítulo 1: ¿qué puede vincularse a una afirmación para fortalecerla? ¿Cómo pueden desvincularse las afirmaciones que la contradicen? Nadie está acusando a otro de irracionalidad, sino que todavía estamos luchando para vivir en mundos diferentes.

2. ¿QUÉ ES LO QUE ESTÁ RELACIONADO?

Lo único que podemos decir respecto a la razón y la lógica es que, siempre que nos enfrentamos con las afirmaciones de otros, nos damos cuenta que están relacionadas con otras cosas, y ponemos a prueba esos vínculos. Tomemos tres ejemplos canónicos de conflictos sobre *clasificaciones* que tienen lugar cuando las personas intentan responder de forma diferente a la pregunta de a qué conjunto pertenece un elemento.

Clasificación 1: Una madre camina por el campo con su hija. La pequeña llama «pío-pío» a cualquier cosa que se mueva con rapidez y se pierda de vista. Una paloma es, por lo tanto, un «pío-pío», pero también lo es una liebre que huye aterrada o, incluso, su pelota cuando alguien, sin que ella lo vea, la chuta con fuerza.

Al mirar hacia un estanque, la pequeña advierte un gobio que se aleja nadando y dice «pío-pío». «No», le dice la madre, «no es un "pío-pío", es un pez; *hay* un "pío-pío" allí arriba», y señala a un gorrión que levanta vuelo. La madre y su hija se encuentran en la intersección de dos cadenas de asociaciones: una relaciona una pelota, una liebre, una paloma y un gobio a la palabra «pío-pío», y la otra distingue el verbo «huir» que se puede aplicar, en realidad, a muchos de los ejemplos mencionados, pero no a la pelota, y el sustantivo «pájaro» que sólo puede aplicarse a la paloma y al gorrión. La madre, sin ser relativista, no duda en llamar «incorrecta» a la utilización que hace su hija de la palabra «pío-pío». «Es una u otra», dice, «un verbo o un sustantivo». «Pío-pío» hace referencia a un conjunto de cosas, que por regla general, no están relacionadas en el lenguaje de la madre. La niña tiene que restructurar los casos agrupados hasta entonces bajo la palabra «pío-pío» en las nuevas clasificaciones «pájaro», «pez», «pelota» y «huir».

Clasificación 2: Los karam de Nueva Guinea llaman «kobtiy» a un animal que no es un «yac», ni un «karacul», ni un «karabao», ni ninguna de las otras denominaciones que tienen para los animales.[11] Este animal, incluido de por sí en esta categoría, es una bestia extraña. Vive salvaje en el bosque, es bípedo, tiene piel, pone huevos y tiene un cráneo pesado. Cuando se le da caza, no se debe derramar su sangre. Lo cazan la hermana y la prima cruzada del karam. ¿De qué animal se trata? Al antropólogo Ralph Bulmer, que convivió con la cultura karam durante un tiempo, esa enumeración le parece un acertijo. Bulmer lo llama «casuario», y como pone huevos, es bípedo y tiene alas, lo sitúa entre los pájaros, aunque no tiene plumas, no vuela y es muy grande. En una posición típicamente asimétrica, Bulmer busca explicaciones de por qué los karam separan los casuarios de los pájaros, cuando de hecho *son* pájaros. Cuando borramos esta acusación injusta, sin embargo, podemos observar que aquí hay dos taxonomías en conflicto: una elaborada por los karam, y la otra por los neozelandeses; una se denomina *etno*taxonomía o etnozoología porque es peculiar de los karam, y la otra se llama, sencillamente, taxonomía o zoología porque es peculiar a todos los naturalistas situados en el *interior* de las redes en las que reúnen sus colecciones y atribuyen nombres a sus elementos.[12] Bulmer nunca ha cazado casuarios, ni ha corrido el riesgo de aparcarse con su prima cruzada, al menos durante su estancia en Nueva Guinea. Este no es el caso de los karam. Ellos están muy interesados en la caza mayor y el incesto les preocupa mucho. Así, Bulmer se aferra a su taxonomía (el casuario es un pájaro), y a su programa de investigación (explicando a sus colegas por qué para los karam el casuario no es un pájaro); y los karam también se aferran a su taxonomía (el kobtiy no puede ser un yac, y punto) y a sus hábitos de caza y emparejamiento (la soledad es peligrosa, y el incesto, también). Las asociaciones entre ejemplares de pájaros son tan sólidas como los dos mundos a los que se vinculan Bulmer y los karam: la Asociación de Antropología, la revista *Man* y la Universidad de Auckland, en Nueva Zelanda, por un lado; la parte alta del valle de Kaironk en las montañas de Schrader, en Nueva Guinea, por otro.

Clasificación 3: Ostrom, un famoso paleontólogo, se pregunta si el *Archaeopteryx*, uno de los fósiles más famosos, es o no un pájaro.[13] No hay duda de que tenía plumas, pero ¿volaba? El problema de la evolución de los reptiles a pájaros reside en la larga etapa intermedia en la que el animal necesita desarrollar plumas, alas y músculos para el vuelo y el esternón, aunque ninguno de estos rasgos fuera útil *antes* de volar, es lo que se llama preadaptación. ¿Cuál podría ser la utilidad de las alas y las plumas para un animal como el *Archaeopteryx*, que era, según los paleontólogos, totalmente incapaz de volar o incluso de agitar las alas y que, si hubiera planeado, habría caído a los pocos metros? Ostrom tiene una respuesta, pero es

radical, pues supone una reconstrucción de grandes partes de la taxonomía de los fósiles y una reestructuración de la fisiología de los famosos dinosaurios. Si al *Archaeopteryx* se le quitan las plumas se parecerá a un pequeño dinosaurio y no a un pájaro. Pero tiene plumas. ¿Para qué? La respuesta de Ostrom sostiene que para proteger a este minúsculo animal de la pérdida de calor. Pero los dinosaurios son de sangre fría, por lo que una densa protección los mataría: ¡no podrían absorber calor del exterior con la rapidez necesaria! Nada de eso, dice Ostrom, los dinosaurios son criaturas de *sangre caliente* y el *Archaeopteryx* es la mejor prueba de ello. Las plumas no sirven para volar, sino para proteger al dinosaurio de sangre caliente de la pérdida de calor, haciendo que esta sea muy pequeña. Puesto que el *Archaeopteryx* no es un pájaro, sino que es un pequeño dinosaurio con plumas que únicamente está preadaptado para volar, queda probado que los dinosaurios son de sangre caliente. Ya no es necesario buscar los ancestros de los pájaros entre los *Pterodactylus* o los cocodrilos. ¡Los pájaros deben situarse entre los dinosaurios! Otros dos paleontólogos, en una carta a *Nature*, sugirieron, incluso, que se aboliera la clase de los pájaros. Sólo habría mamíferos y dinosaurios, ¡de los que los pájaros serían representaciones vivientes! El gorrión sería un dinosaurio volador, no un pájaro; el *Archaeopteryx* es un dinosaurio terrestre, y no un pájaro. En el centro de la controversia entre los paleontólogos acerca de la fisiología de los dinosaurios, las plumas fósiles ocupan una posición determinante. Pueden permitir que los defensores de los dinosaurios de sangre fría lleven el *Archaeopteryx* a los árboles y a la clase de los pájaros, o que los defensores de los dinosaurios de sangre caliente supriman los pájaros y mantengan al *Archaeopteryx* en la Tierra.

En los ejemplos mencionados sobre conflictos acerca de qué se asocia a qué, *se indica* cómo está hecho el mundo de los otros. No tenemos «conocimiento» por un lado y «sociedad» por otro. Tenemos muchas pruebas de resistencia a través de las cuales se revela qué lazos son sólidos y cuáles no.

La niña, en la primera historia mencionada, no sabe de antemano cuán fuerte se aferra su madre a las definiciones de «pájaro» y de «huir». Ella intenta crear una categoría que agrupe todo lo que se mueve con rapidez y al enfrentarse con su madre, que echa abajo esa categoría, siempre fracasa. La pequeña aprende de qué esta hecha una parte del mundo de su madre; los gorriones, las pelotas y los gobios no pueden ser todos «pío-pío», y eso no puede cuestionarse. Las opciones para la hija son, entonces, o abandonar su categoría, o vivir en un mundo compuesto al menos de un elemento diferente al de su madre. Sostener «pío-pío» no conduce al mismo modo de vivir que sostener «pájaros» y «huir». La niña aprende, entonces, parte de la *estructura* del lenguaje, ensayando lo que su madre sostiene. Más exactamente, lo que llamamos «estructura» es la configuración que trazan lentamente los ensayos de la niña: esto se puede discutir, esto no, este punto está vinculado con este otro, y así sucesivamente. Un elemento firme de la estructura es que «pío-pío» no tiene ninguna posibilidad de sobrevivir si la niña sigue viviendo con castellano-parlantes.

Bulmer, en la segunda historia, hace lo mismo que la pequeña. Al probar la fuerza de las asociaciones que hacen imposible que los karam consideren al casuario como un pájaro, aprende tanto el idioma karam como las costumbres de su sociedad. ¿Les importa a los karam que Bulmer diga que es un pájaro? Sí, parece que les preocupa mucho. Levantan sus manos en señal de protesta. Dicen que es absurdo. Si Bulmer insiste, ofrecerán muchos argumentos para mostrar por qué el casuario no puede ser un pájaro; el casuario no puede ser cazado con flechas, es un primo cruzado, vive en soledad... Cuanto más los presione Bulmer, más elementos aportarán

para impedir que un kobtiy sea un yac. Al final, Bulmer se da cuenta que las opciones que le quedan son o abandonar su asociación de casuario con pájaro, o quedarse para siempre al margen de la sociedad karam. En la práctica, lo que aprendió a través de esas pruebas es parte de la configuración de la *cultura* karam. Mejor dicho, lo que nosotros llamamos «cultura» es el conjunto de elementos que aparecen unidos entre sí cuando y sólo cuando intentamos negar una afirmación o romper una asociación. Bulmer no sabía de antemano lo fuerte que eran las razones que separaban al kobtiy de los demás los pájaros, especialmente porque otras tribus de Nueva Guinea lo colocaban, como los taxonomistas occidentales, en la categoría de los pájaros. Pero lentamente aprendió que había tantas cosas asociadas a este animal, que los karam no podían cambiar su taxonomía sin un trastorno mayúsculo de su forma de vida.

Cuando Ostrom, en la tercera historia, pretende debilitar los vínculos entre el *Archaeopteryx* y los pájaros vivientes, no sabe de antemano cuántos elementos sacarán a colación sus oponentes para evitar que se quiebre la más conocida de las líneas evolutivas. Cuanto más intenta mostrar que, de hecho, el *Archaeopteryx* es un dinosaurio de sangre caliente con una capa protectora, más absurda les parece a los demás esta idea. Para que este argumento fuese aceptado, sería necesario que se produjera un gran cataclismo en la paleontología, en la taxonomía y en la organización de la disciplina. Ostrom se enfrenta, entonces, con una disyuntiva: abandonar su argumento o *dejar de ser un paleontólogo*; una tercera posibilidad para, manteniendo su tesis, seguir siéndolo, es redefinir qué es ser un paleontólogo. En la práctica, los juicios de Ostrom trazan los límites de un paradigma, es decir, del conjunto de elementos que tienen que ser modificados para desprenderse de una asociación o para establecer una nueva. Ostrom no conoce de antemano la configuración del paradigma. Pero lo aprende al indagar qué se sostiene con firmeza y qué abre el camino fácilmente, qué es negociable y qué no lo es.

Conceptos como «estructura del lenguaje», «taxonomía», «cultura», «paradigma» o «sociedad» resultan interdefinibles: son algunos de los términos utilizados para resumir el conjunto de elementos que aparecen vinculados a la afirmación objeto de discusión. Estos términos siempre se definen de forma muy vaga, porque palabras tales como «cultura», «paradigma» o «sociedad» sólo pueden adquirir un significado preciso *cuando* hay una discusión, *mientras esta continúa*, y en *función de* la fuerza que ejercen los disidentes. Ni la niña, ni Bulmer, ni Ostrom habrían comprendido parte de los sistemas de asociación de los otros si no hubieran disentido o venido del exterior, o si no hubieran tenido que elegir a qué grupo pertenecer o en qué mundo vivir. Con otras palabras, nadie vive en una «cultura», comparte un «paradigma» o pertenece a una «sociedad» *antes* de estar en desacuerdo con otros. La emergencia de estos términos es consecuencia de construir grandes redes y de cruzarse en el camino de otras personas.

Si ya no estamos interesados en tomar parte en los muchos y pequeños conflictos entre creencias, en establecer una gran dicotomía (niños contra adultos, primitivos contra civilizados, precientíficos contra científicos, viejas teorías contra teorías revolucionarias), entonces, ¿qué nos queda para dar cuenta de las muchas y pequeñas diferencias entre las cadenas de asociaciones? Sólo esto: el número de aspectos relacionados, la fuerza y el tamaño de los vínculos y la naturaleza de los obstáculos. Cada una de las cadenas es *lógica*, es decir, une un punto con otro, pero algunas cadenas no asocian tantos elementos o no conducen a los mismos sitios. En efecto, hemos pasado de cuestiones sobre *lógica* (¿se trata de un camino recto o desviado?) a cuestiones **sociológicas** (¿se trata de una asociación más o menos sólida?).

3. LA ORGANIZACIÓN DE LAS ASOCIACIONES

Ya sabemos cómo deshacernos de la creencia en la irracionalidad de ciertas afirmaciones (parte A), y también de la creencia simétrica de que todas las afirmaciones son igualmente fiables (apartados 1 y 2). Podemos seguir observando cómo las personas se esfuerzan por hacer que sus afirmaciones sean *más* creíbles que las demás. Al hacerlo, *ordenan para nosotros y para sí las cadenas de asociaciones que componen sus cuestiones sociológicas*. La característica principal de estas cadenas es que son imprevisibles (para el observador) porque son totalmente heterogéneas (según la clasificación propia del observador). Bulmer obra como si el objeto de su investigación fuese una cuestión puramente taxonómica y es arrastrado a una oscura historia sobre primos cruzados. Ostrom se enfrenta con lo que para él es una simple cuestión de paleontología, y es conducido a un gigantesco cambio de paradigma que dificulta su reinterpretación del *Archaeopteryx*. ¿Cómo podemos estudiar estas asociaciones imprevisibles y heterogéneas que se revelan cuando las controversias se agudizan? Ciertamente no dividiéndolas en «conocimiento» y «contexto», o clasificándolas en «primitivas» y «modernas», u ordenándolas desde «las más razonables» a «las más absurdas». Acciones tales como «dividir», «clasificar» u «ordenar» no hacen justicia a la naturaleza imprevisible y heterogénea de las asociaciones. Lo único que podemos hacer es analizar todo lo que esté relacionado con las afirmaciones. Para simplificar podemos estudiar:

a. Cómo se determinan las causas y los efectos.
b. Qué elementos están relacionados entre sí.
c. Qué tamaño y resistencia tienen esos vínculos.
d. Quiénes son los portavoces más legítimos.
e. Cómo se modifican todos estos elementos durante la controversia.

Llamo cuestiones sociológicas a las respuestas de estas preguntas. Permítanme exponer tres nuevos ejemplos de lo que llamaré «asociación libre» (libre desde el punto de vista del observador).

Asociación libre 1: en la nochebuena de 1976, en la bahía de St. Brieuc, en Bretaña, unos pescadores que no pudieron resistir la tentación de saquear una reserva que los oceanógrafos habían dejado en el fondo del mar, pescaron despiadadamente miles de veneras.[14] Los gastrónomos franceses son muy aficionados a las veneras, especialmente en navidad. A los pescadores también les gustan las veneras, especialmente las coralinas, pues les permiten ganarse la vida de forma similar a un profesor de universidad (seis meses de trabajo y buen sueldo). A las estrellas de mar también les gustan las veneras, lo cual no es del agrado de aquellos. Se envío un grupo de tres científicos a la bahía de St. Bricuc para recopilar datos sobre las veneras. A los tres le gustan mucho las veneras, no les gustan las estrellas de mar y tienen sentimientos distintos respecto a los pescadores. Amenazados por sus instituciones, por sus colegas oceanógrafos que les toman por tontos y por los pescadores que los ven como una amenaza, los tres científicos son expulsados lentamente de la bahía y enviados de vuelta a sus oficinas en Brest. ¿Con quién deben aliarse para evitar que les tomen por inútiles? Ridiculizados por los científicos, compitiendo con las estrellas de mar, situados entre consumidores avariciosos y nuevos pescadores que llegan constantemente a buscar las existencias que van disminuyendo, sin saber nada de los animales que recientemente empezaron a recoger, los pescadores van perdiendo lentamente su negocio. ¿A quién deben dirigirse para resistir? Amenazados por las estrellas de mar y los pescadores, ignorados durante años por los oceanógrafos, que ni siquiera saben si son capaces de moverse, los animales van desapareciendo lentamente de la bahía. ¿Con quién deben asociarse las larvas de las veneras para poder resistir a sus enemigos?

Respuesta a estas tres preguntas: los científicos japoneses. Sí, es en Japón donde los tres científicos vieron con sus propios ojos larvas de veneras unidas a colectores y creciendo a millares en un refugio semiprotegido. Y aquí los tenemos, adoptando la idea del colector e intentando llevarla a cabo en la bahía de St. Brieuc. Pero, ¿estarán las larvas bretonas tan interesadas como las japonesas en el colector? ¿Son de la misma especie? En realidad, los vínculos que relacionan el destino de la ciencia, la pesca, las veneras, las estrellas de mar y el Japón, con la bahía de St. Brieuc, son débiles. Además, los colectores son caros, por lo que se debe convencer a los colegas y a las altas instancias para que financien los nuevos colectores fabricados con todo tipo de materiales y que, finalmente, serán del agrado de las larvas. Pero una vez que los científicos han convencido a la Administración, y cuando las larvas han comenzado a crecer en abundancia, los pescadores no pueden resistir la tentación de obtener una captura milagrosa y ¡pescan las veneras de los científicos! Por lo tanto, se tienen que organizar nuevas reuniones y dar comienzo a nuevas negociaciones, esta vez no con las larvas, sino con los pescadores. ¿Quién habla en su nombre? Tienen algunos representantes, pero sin mucho poder. Los mismos portavoces que aceptaron dejar trabajar a los científicos, ¡fueron los primeros en pescar la reserva en la nochebuena de 1976!

Asociación libre 2: en junio de 1974, varios de nosotros estábamos en la fiesta de celebración de la tesis doctoral de Marc Augé, un antropólogo francés, organizada por su principal fuente de información entre los nativos, Boniface, en el litoral alladian de Costa de Marfil.[15] Comimos y bebimos en cabañas de paja contemplando el océano, sin nadar en él porque Boniface nos había advertido que la resaca era muy peligrosa. Uno de nuestro amigos, algo bebido, fue a nadar a pesar de la advertencia. Pronto las olas lo arrastraron. Todos nosotros, blancos y negros, lo miramos en vano. Boniface, un hombre de edad, sintiéndose responsable de sus invitados, fue al mar con otros amigos más jóvenes. Minutos más tarde, las olas trajeron de vuelta a la playa a nuestro amigo, pero durante horas observamos el cuerpo de Boniface sacudiéndose entre las olas. Se congregó toda la aldea, su clan familiar, gritando y chillando, pero impotentes. Me sentí responsable como blanco y odié a mi amigo, otro hombre blanco, que había causado la trágica muerte de nuestro anfitrión. También temí que los aldeanos, compartiendo la misma interpretación colectiva, se volvieran contra nosotros y nos atacaran. Abracé protectoramente a mi hija pequeña. Sin embargo, nadie nos miró, ni nos amenazó de ninguna manera. Los más viejos de la aldea sólo quisieron saber *quién* había causado la muerte de Boniface y empezaron una investigación exhaustiva. En ningún momento pensaron en nosotros. La responsabilidad tenía que estar en alguna parte del linaje de Boniface. Cuando, avanzada la noche, el mar depositó el cadáver sobre la playa, Marc Augé fue testigo del interrogatorio al que se sometió el cadáver. Se barajaron muchas hipótesis sobre su muerte a lo largo de grandes discusiones, que trataron sobre las deudas, enfermedades y propiedades de Boniface, sobre su clan y su biografía, hasta que quedó claro para todos que una de las tías de Boniface había causado su muerte. Ella era el vínculo más débil en esa larga cadena que unía a Boniface con su destino, y mi amigo, que no había obedecido las advertencias de su anfitrión, no tuvo, literalmente, nada que ver con su muerte. Yo había distribuido las causas y los efectos, había atribuido vergüenza, culpabilidad y responsabilidad, y había definido

vínculos entre las personas reunidas en la playa, pero los ancianos reunidos en torno al cadáver habían hecho una distribución, una atribución y una definición completamente diferentes. Tanto la ansiedad, el odio y el miedo como el escepticismo, el examen y la creencia circularon a través de las dos redes, pero las líneas no se trazaron entre los mismos puntos.

Asociación libre 3: ¿quién mata a las 40 000 personas que mueren cada año en accidentes de tráfico en Estados Unidos? ¿El sistema de carreteras? ¿El Departamento del Interior? No, los que conducen bebidos.[16] ¿Quién es responsable de este exceso de alcohol? ¿Los vendedores de vino? ¿Los fabricantes de whisky? ¿El Departamento de Sanidad? ¿La Asociación de Propietarios de Bares? No, el individuo que bebe demasiado. Entre todas las posibilidades, sólo una se sostiene sociológicamente: los individuos que beben demasiado son la causa de la mayor parte de los accidentes de tráfico. Este vínculo causal es una premisa o una caja negra para todos los razonamientos posteriores sobre esta cuestión. Una vez establecida, surge una controversia sobre por qué los conductores beben demasiado. ¿Están *enfermos* y hay que curarlos y enviarlos al hospital, o son *criminales* y hay que castigarlos y enviarlos a la cárcel? La respuesta está en función de la definición de libre albedrío que se acepte, de cómo se interprete el funcionamiento del cerebro y de qué fuerza se conceda a la ley. Los portavoces oficiales de los departamentos universitarios de sociología, de las asociaciones de voluntarios, de los colegios de abogados y de las sociedades de fisiología, adoptan una posición y muestran cifras que prueban la primera o la segunda posibilidad. En defensa de su postura utilizan estadísticas, doctrinas religiosas, el sentido común, el arrepentimiento de los conductores, los principios de la ley o de la neurología del cerebro, cualquier cosa que haga tan sólida su afirmación que si un oponente la niega, tenga, entonces, que enfrentarse también con su compleja defensa. En lo que respecta al vínculo entre lo que bebe el individuo y las infracciones de tráfico, como nadie lo discute, es tan cierto y tan necesario como la atribución que los alladian hacen de la muerte de Boniface a alguien de su linaje.

Lo que quiero expresar con esas «asociaciones libres» es que no hay ningún tipo de limitación a ciertos tipos de gente (que limitarían la antropología a «mentes salvajes»), a ciertos períodos (que limitarían la antropología al estudio del pasado) y a ciertos tipos de asociaciones (que limitarían la antropología al estudio de visiones del mundos o de ideologías). En todos lados se pueden plantear las mismas cuestiones sobre causas, efectos, vínculos y portavoces, abriendo así un ilimitado campo de estudio para la antropología que puede incluir a Bulmer y su casuario, a los karam y sus kobtiy, a Ostrom y sus dinosaurios voladores, a los padres de Boniface y su clan, a las larvas de veneras y a los científicos, a Gray y Bell y sus redes, a los conductores bebidos y sus cerebros cargados de culpabilidad y alcohol, a Motabasi y su jardín, y a Hutchins y sus lógicos habitantes de las islas Trobriand. No hemos de suponer que nos enfrentamos con visiones del mundo distorsionadas, ni tenemos que pensar que todas estas asociaciones son iguales, puesto que se esfuerzan mucho por vincular elementos heterogéneos y por volverse desiguales.

Desde el punto de vista del observador, ninguna de estas personas piensa nunca lógica o ilógicamente, siempre lo hacen sociológicamente, es decir, moviéndose directamente de un elemento a otro hasta que comienza una controversia. Cuando esta tiene lugar, buscan aliados más fuertes y más resistentes, y con este fin, pueden acabar empleando los elementos más heterogéneos y distantes, poniendo así en orden, para sí mismos, para sus oponentes y para los observadores, lo que más

valoran, aquello a lo qué están más estrechamente unidos. «Donde esté tu tesoro, allí estará también tu corazón» (Lucas, 12, 34). La principal dificultad para ordenar el sistema de asociaciones heterogéneas está en *no* hacer ninguna suposición adicional sobre cómo son *realmente*. Ello no significa que son ficticias, sino simplemente que resisten ciertos juicios, y que otros juicios las podrían romper. Una metáfora ayudará en este momento a dar al observador suficiente libertad como para que ordene las asociaciones sin deformarlas en «buenas» y «malas»: las cuestiones sociológicas se parecen mucho a un mapa de carreteras, todos las rutas van a algún lugar, sean caminos, carreteras, autovías o autopistas, pero no todas van al mismo lugar, no tienen la misma densidad de tráfico, y construirlas y mantenerlas no cuesta lo mismo. Llamar «absurda» a una afirmación o «preciso» a un saber no tiene más significado que llamar «ilógico» a la ruta de un contrabandista y «lógica» a una autopista. Lo único que queremos saber sobre estos trayectos sociológicos es a dónde van, cuánta gente los recorre, con qué tipo de vehículo y si son cómodos para viajar, no si son correctos o están equivocados.

C. ¿QUIÉN NECESITA HECHOS SÓLIDOS?

En la parte A, introdujimos una simetría entre las afirmaciones mediante la distribución equitativa de cualidades positivas (flexibilidad, precisión, lógica, racionalidad) y de defectos (inflexibilidad, confusión, absurdo e irracionalidad) entre todos los actores. Luego, en la parte B, mostramos que esta distribución equitativa no impedía que un actor, al disentir, acusase a los otros de estar «enormemente equivocados», de ser «imprecisos» o «absurdos», etc. Naturalmente, estas acusaciones no decían nada sobre la *forma* de las afirmaciones atacadas (pues todas son igualmente lógicas), pero, no obstante, revelaban gradualmente el *contenido* de diferentes asociaciones enfrentadas entre sí.

Con otras palabras, todo este asunto sobre la racionalidad y la irracionalidad es el resultado del ataque que alguien lleva a cabo contra una asociación que se cruza en su camino. Revela la extensión de una red y el conflicto entre lo que estará dentro y lo que quedará fuera de su malla. La consecuencia más importante es la misma que sacamos al final del capítulo 2 relativa al final de las controversias: no es en absoluto útil ser relativista con las afirmaciones que no son atacadas; la naturaleza habla directamente, sin interferencias ni prejuicios, exactamente como el agua fluye regularmente a través de un sistema de miles de tuberías, si no hay hueco alguno en ellas. Esto se puede hacer extensivo a todas las afirmaciones: si no se las ataca, la gente sabe exactamente qué es la naturaleza; es objetiva; dice la verdad; no vive en una sociedad o en una cultura que pueden influir en su comprensión de las cosas, simplemente *comprenden* las cosas por sí mismos, sus portavoces no «interpretan» los fenómenos, la naturaleza habla directamente a través de ellos. Mientras consideran que todas las cajas negras están herméticamente cerradas, la gente no vive (no más que los científicos) en un mundo de ficción, representaciones, símbolos, aproximaciones y convenciones: simplemente tienen *razón*.

La cuestión que debe plantearse, entonces, es cuándo y por qué es posible un ataque que *se cruce* en el camino de alguien, y que genere, en la intersección, una gama completa de acusaciones (parte A), revelando paso a paso a qué otros elementos inesperados está vinculada una afirmación (parte B). Con otras palabras, tenemos que acercarnos, ahora, a los conflictos entre el interior y el exterior de las redes.

1. ¿POR QUÉ NO HECHOS DÉBILES EN SU LUGAR?

Lo primero que debemos entender es que las condiciones para que los conflictos entre afirmaciones tengan lugar, no se dan con demasiada frecuencia. Tomemos un ejemplo:

> «Una manzana al día, y salud para toda la vida», dijo la madre poniendo en manos de su hijo una reluciente manzana y esperando a cambio una sonrisa. «Madre», contestó el niño indignadamente, «tres estudios del NIH (Instituto Nacional de la Salud) revelan, que en una muestra de 458 estadounidenses de todas las edades, no había disminución estadísticamente significativa en el número de llamadas al médico de cabecera; no, no me comeré esta manzana».

¿Qué se sale de tono en esta anécdota? La respuesta del niño emplea demasiados elementos en una situación que no los requiere. ¿Qué se esperaba de él? Una sonrisa, no una respuesta, un chiste, la repetición del dicho o, mejor aún, su terminación («Una manzana al día...», dijo la madre, «salud para toda la vida», contesta el chico bromeando). ¿Por qué parece tan inoportunaa en esta conversación la referencia al Instituto Nacional de la Salud? Porque el niño se comporta como si estuviera en una controversia similar a las que estudiamos en el capítulo 1, luchando contra su madre, esperando que ella le conteste con más estadísticas, ¡retroalimentando, así, la carrera de pruebas! ¿Qué esperaba en su lugar la madre? Ni siquiera una respuesta, nada que tuviera que ver, ni vagamente, con una discusión, con pruebas y contrapruebas. No entenderemos nada sobre la tecnociencia si no nos formamos una idea de la vasta distancia que separa al niño de la madre, a los *hechos sólidos* de los *hechos débiles*.

En el comienzo del capítulo 3, presenté el dilema de los constructores de hechos. Tenían que enrolar a muchos otros para que, de este modo, participasen en la construcción continua del hecho (transformando las afirmaciones en cajas negras), pero también tenían que controlar a cada una de estas personas para que aprobaran su afirmación sin transformarla en otra afirmación o en la afirmación de otro. Dije que era una tarea difícil, pues cada una de las manos potencialmente protectoras, en vez de ser «conductoras», pueden actuar de forma múltiple, comportándose como «multiconductores»: pueden no tener ningún interés en la afirmación, arrinconarla en un tema inconexo, convertirla en un artefacto, transformarla en otra cosa, omitirla, atribuírsela a otro autor, dejarla como está, confirmarla, etc. Como puede recordar el lector, la centralidad de este proceso constituye el primer principio de este libro, sobre el que está construido el resto. La paradoja de los constructores de hechos es que tienen que *incrementar* simultáneamente el número de personas que toma parte en la acción, para que así la afirmación se difunda, y *reducir* el número de personas que tome parte en la acción, para que la afirmación se difunda *tal como es*. En los capítulos 3 y 4, he analizado con cierto detalle casos en que esta paradoja se resolvía mediante la traducción de intereses y la unión de estos con recursos no humanos, produciéndose así máquinas y mecanismos. Ahora, al llegar a la última parte del presente capítulo, podemos comprender que estas características de la tecnociencia, que constituyen la regla en el interior de las redes, son la *excepción* entre su malla.

¿Cuál puede ser entonces la regla? En ocasiones, las afirmaciones serán transferidas y transformadas. Consideremos el dicho mencionado: se ha difundido de boca en boca durante muchos siglos. ¿Quién es el autor? Es anónimo, forma parte de la sabiduría popular, y a nadie le preocupa; la pregunta no tiene sentido. ¿Es objetivo, se refiere a las manzanas, a la salud y a la vida, o a la persona que lo profirió? La pregunta carece de sentido, el dicho nunca ha estado en desacuerdo con otras afirmaciones, excepto en la anécdota mencionada, que por eso mismo resulta extraña. ¿Está, entonces, equivocado? Ciertamente no, tal vez, ¿a quién le preocupa? ¿Entonces, es verdadero? Probablemente, pues lo han aceptado muchas generaciones sin ningún tipo de rechazo. «Pero, si es verdad, ¿por qué no ha resistido el examen del contraargumento del hijo?», podría preguntar un racionalista. Precisamente, ha sido aceptado tan fehacientemente durante tanto tiempo, porque todos, a lo largo de la cadena, lo han *adaptado* a un contexto específico. En ningún momento de la larga historia de este dicho, ha existido un argumento que luchara contra un contraargumento. No resulta adecuado para utilizarlo en una controversia entre dos extraños; sólo es adecuado para recordarnos, levemente, a qué grupo pertenecen las personas que emplean proverbios y su audiencia y, adémas, sirve para que los niños coman manzanas (y también es, posiblemente, bueno para su salud).

La acción del hijo de abrir una brecha modifica el *ángulo* de encuentro entre las afirmaciones y desencadena la irracionalidad como efecto del conflicto. La abertura de una brecha puede repetirse con cualquiera de los innumerables ejemplos que ofrecen los discursos frívolos, las tonterías, los balbuceos y las conversaciones en los bares, en las fiestas, en el hogar y en el trabajo. Cada vez que se contesta a una frase como el proverbio, con un contraargumento como el del hijo, se abre una brecha gigantesca en la comunicación; amigos, padres, amantes, compañeros e invitados se *separan* inmediatamente, y se miran con perplejidad. Si en el autobús, tu vecino dice «hace buen tiempo hoy, ¿no?» y tú le contestas «Ese es un enunciado ridículo, porque la temperatura media de hoy está 4 C por debajo de la media normal, computada durante 100 años en el observatorio de Greenwich por el profesor Collen y sus colegas, que utilizan los datos de más de 25 institutos de meteorología. Compruebe su metodología en *Acta Meteorologica*, imbécil»; tu vecino pensará que *tú* eres el raro, y, probablemente, se cambiará de asiento. «Hace buen tiempo hoy, ¿no?» no es una frase adecuada a lo que hemos visto hasta aquí en el libro. Su *régimen* de circulación, su forma de pasar de boca en boca y el efecto que genera parecen completamente diferentes de los enunciados que llamamos «científicos». El ejercicio de abrir una brecha es una réplica de lo que les ha sucedido, en el curso de la historia reciente, a muchos enunciados que fueron bruscamente atacados por afirmaciones que circulaban bajo un régimen totalmente diferente. De repente, la mayor parte de lo que la gente dice o solía decir se muestra insuficiente cuando lo consideramos desde el interior de las redes científicas.

Por ello, tal vez exista, después de todo, una diferencia radical entre la ciencia y el resto, a pesar de lo que he dicho en las otras dos partes del libro.

2. REFORZAR LOS HECHOS

Sí, hay una diferencia, el ejercicio de abrir una brecha lo muestra claramente, pero tenemos que entenderlo sin ninguna línea divisoria adicional. Para comprenderlo debemos volver al primer principio y al dilema de los constructores de hechos. La forma más sencilla de difundir un enunciado es dejar a cada actor *un margen de negociación* para que lo transforme como a él (o ella) le parezca adecuado o para que lo *adapte* a las circunstancias locales. De esa forma, será más fácil interesar a la gente en la afirmación, pues se ejerce menos control sobre ella. El enunciado pasará de boca en boca. Sin embargo, hay que pagar un precio por esta solución. En el proceso, todos acomodarán, incorporarán, negociarán, adoptarán y adaptarán el enunciado, y esto tendrá varias consecuencias:

Primera, todos transformarán el enunciado, pero las transformaciones no se apreciarán, pues el éxito de la negociación depende de la ausencia de cualquier comparación con el enunciado original.

Segunda, no tendrá un autor, sino tantos como miembros haya a lo largo de la cadena.

Tercera, no será un *nuevo* enunciado, sino que aparecerá necesariamente como uno antiguo, puesto que todos lo adaptarán a sus experiencias pasadas, a su propio gusto y a su propio contexto.

Cuarta, incluso aunque toda la cadena cambie de opinión al adoptar un nuevo enunciado (nuevo para el observador externo que se comporta de acuerdo al otro régimen inferior), el cambio nunca será advertido, dado que no habrá una línea de base mesurable con la que apreciar la diferencia entre las afirmaciones más antiguas y las más nuevas.

Finalmente, puesto que la negociación continúa a lo largo de la cadena e ignora los desacuerdos, sin que importe el número de recursos adoptados para reforzar la afirmación, siempre aparecerá como una afirmación *más débil* que no rompe con los esquemas de comportamiento habituales.[17]

Así es el régimen por el que circulan la gran mayoría de afirmaciones externas a las nuevas redes. Es una solución perfectamente razonable para el dilema de los constructores de hechos, pero sólo produce hechos débiles en comparación con la segunda solución. Esta otra solución al dilema, tal como vimos en los capítulos previos, es la elegida por las personas llamadas científicos o ingenieros. Ellos prefieren incrementar el control y reducir el margen de negociación. En lugar de enrolar a más personas permitiéndoles transformar el enunciado, intentan obligarlos a aceptar la afirmación tal como está. Pero como hemos visto, deben pagar un precio: pocas personas pueden interesarse en el asunto, y para reforzar los hechos tienen que emplear muchos más recursos. En consecuencia:

Primero, el enunciado puede transferirse sin ser transformado, si todos trabajan de acuerdo a lo establecido;.

Segundo, se designa al dueño de la afirmación original; y si alguien se siente defraudado, tiene lugar una dura batalla para saber a quién corresponde el mérito de la afirmación.

Tercero, la afirmación es *nueva* y no se adecúa a la estructura de la experiencia pasada de la persona, esto constituye tanto una causa como una consecuencia del reducido margen de negociación, y una causa y una consecuencia de la amarga lucha por el mérito.

Cuarto, dado que toda afirmación se mide mediante la comparación con las anteriores, cada nueva afirmación contrasta claramente con el contexto; así, parece desarrollarse un proceso *histórico* caracterizado por nuevas creencias que chocan constantemente con las más antiguas.

Finalmente, todos los recursos empleados para obligar a la gente a asentir se muestran explícitamente, haciendo de la afirmación un hecho *más sólido* que parece abrir brechas a través de los débiles esquemas de comportamiento y creencia habituales.

Es de vital importancia comprender que hay dos soluciones opuestas a la *misma* paradoja; los hechos «sólidos» no son, naturalmente, mejores que los «débiles»; sólo constituyen una solución si se quiere hacer creer a los demas algo extraño. No se debe añadir nada inadecuado a estas diferencias, ni siquiera aunque algunas de las palabras utilizadas en las dos listas parezcan coincidir en parte con las divisiones utilizadas frecuentemente para oponer «razonamiento cotidiano», «mente salvaje», «creencias populares» y «ciencias antiguas y tradicionales» a razonamiento moderno, civilizado y científico. En el argumento no se hace ninguna suposición referente a

mentes o métodos. No se supone que la primera solución proporcione creencias débiles, eternas, imprecisas, rígidas y repetitivas, mientras que la segunda ofrezca conocimiento exacto, sólido y nuevo. Se afirma, simplemente, que la misma paradoja puede resolverse de dos formas diferentes, una extiende largas redes, y la otra no. Si se elige la primera solución, el constructor de hechos *aparece* inmediatamente como un extraño rompiendo las que *parecen* ser de modo inmediato formas antiguas, eternas, estables y tradicionales. La irracionalidad siempre es una acusación formulada por alguien que construye una red contra otra que está en medio de su camino; por lo tanto, no existe una división entre mentes, sino únicamente entre redes pequeñas y redes extensas. Los hechos más sólidos no son la regla, sino la excepción, dado que sólo son necesarios en unos pocos casos para desplazar a otros, bien lejos de sus caminos habituales. Este será nuestro **quinto principio**.

Tiene que quedar claro: es imposible decir que todo el mundo debe o puede ser un científico de corazón con sólo eliminar la fuerza de los prejuicios, las supersticiones y la pasión (véase parte A). Esta proposición tiene tan poco sentido como decir que los 5000 millones de habitantes de la tierra deberían tener un Rolls Royce. Los hechos sólidos son, desde cualquier perspectiva, ocurrencias raras y costosas que sólo se encuentran en los pocos casos en que alguien intenta desviar a todos los demás de su curso normal y, además, quiere que participen fielmente en la empresa. Hay una relación directa entre el *número* de personas que uno quiere convencer, el *ángulo* en el que las afirmaciones entran en conflicto entre sí y el *fortalecimiento* de los hechos, es decir, el *número* de aliados que uno tiene que atraer. Enfrentados con los hechos sólidos, ya no querremos dotarlos de ningún tipo de superioridad innata y misteriosa, simplemente preguntarnos qué van a atacar y desplazar, relacionando la calidad de los hechos con el número de gente desplazada de su camino, exactamente como haríamos al comparar una honda, con una espada o con un tanque blindado, o un pequeño dique en un arroyo con una gigantesca presa de hormigón en el río Tennessee.

3. LA SEXTA REGLA DEL MÉTODO: UNA SIMPLE CUESTIÓN DE ESCALA...

Al final de este capítulo, ya estamos en posición de comprender las muchas diferencias originadas por los procesos de acusación entre las, así llamadas, culturas «tradicionales» (acusadas de *creer* en cosas) y las estrechas redes científicas que, con el fin de crecer en todos los sentidos, tienen que descubrir que todos los enunciados utilizados hasta hoy son débiles, imprecisos y equivocados. Para comprenderlo, simplemente tenemos que seguir a los científicos en su trabajo.

Con el fin de reforzar sus afirmaciones, algunos de ellos tiene que salirse de *su* camino y *volver* con nuevos e *inesperados* recursos, para ganar las disputas que tienen en casa con la gente a la cual desean convencer. ¿Qué ocurrirá durante ese trayecto? El viajero se *cruzará* en el camino de muchas otras personas. Sabemos, desde las partes A y B, que ese cruce originará la acusación de irracionalidad. En todas las intersecciones se revelan nuevas e inesperadas asociaciones entre cosas, palabras, costumbres y personas. Sin embargo, eso aún no es suficiente para generar grandes diferencias entre culturas. Piratas, mercantes, soldados, diplomáticos, misioneros y aventureros de todo tipo han viajado durante siglos a través del mundo y se acostumbraron a la diversidad de sistemas culturales, religiosos y de creencias.

Pero consideren lo peculiar que resulta cruzarse en el camino de alguien cuando están en juego los hechos sólidos. Consideren a Bulmer enviado a Nueva Guinea,

o a Evans-Pritchard a Africa, o Hutchins a las islas Trobriand. Consideren a los paleontólogos viajando a través del desierto de Nevada en busca de huesos fósiles. Consideren a los geógrafos enviados para describir las costas del Pacífico. Consideren a los botánicos enviados para traer todo tipo de plantas, frutas y hierbas. ¿Están todos estos viajeros interesados en la gente, el paisaje, las costumbres, los bosques y los océanos a través de los que viajan? En cierto sentido sí, pues quieren utilizarlos con el fin de volver con más recursos. En otro sentido no, pues no quieren establecerse en todos esos extraños lugares. Si Bulmer se quedase para siempre en Nueva Guinea, volviéndose un karam, su viaje sería inútil por lo que respecta a los hechos sólidos. Pero si vuelve con las manos vacías, sin información que pueda ser utilizada en tesis o en artículos para cumplir su tarea, todo su viaje también habrá sido inútil, sin que importe cuánto haya aprendido, entendido o sufrido. Como todos estos viajeros son «interesados», aprenderán todo lo que puedan a lo largo del trayecto; pero como no están interesados en permanecer en ninguno de estos lugares, sino sólo en volver, serán escépticos respecto a todas las historias que les cuenten. Debido a esta paradoja, aparece el drama de la *gran línea divisoria*. Por gran línea divisoria se entiende el compendio de todas los procesos de acusación que se hacen desde las redes científicas contra el exterior. Las particularidades sociológicas de las personas con las que se cruzan estos viajeros tan peculiares enviados al exterior, pero con el fin de que regresen, parecerán en *comparación* «locales», «cerradas», «estables» y «determinadas culturalmente». Cuando no se tiene en cuenta el movimiento del observador, parece como si existiera una separación absoluta entre, por un lado, todas las culturas que «creen» en cosas y, por otro, la cultura, la nuestra, que «conoce» las cosas (o que pronto las conocerá), una separación entre «ellos» y «nosotros».

La creencia de los racionalistas en una gran línea divisoria, así como su negación por parte de los relativistas, se deben a su olvido del *movimiento* del observador, de su camino de regreso a casa fuertemente armados para reforzar los hechos. La interpretación totalmente errónea de las cualidades y defectos tanto de «ellos» como de «nosotros» queda representada en la figura 5.4. En cuanto el movimiento del acusador se representa en el cuadro, aparece una diferencia, pero no tiene relación con una división entre creencias y conocimiento. Tiene relación, simplemente, con la *escala* en la que tiene lugar el reclutamiento y el control de las personas.

¿Podemos decir, por ejemplo, que los científicos que se mueven a través del mundo son más «desinteresados», más «racionales», que están más preocupados por la cosa «en sí», menos «determinados culturalmente», que son más «conscientes» que las personas con las que se encuentran a lo largo de su camino? En cierto

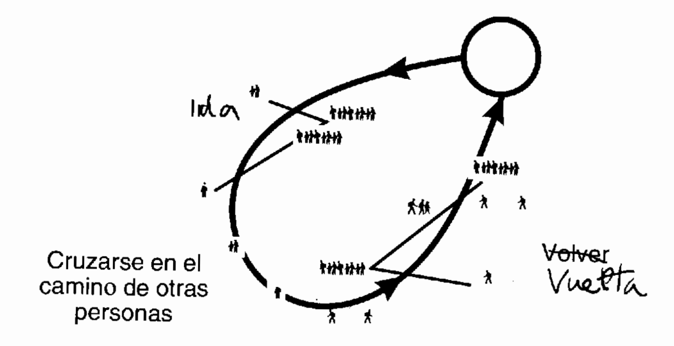


Figura 5.4

sentido sí, ciertamente, ¡están menos interesados en mantenerlas que los miembros de las sociedades con los que se cruzan! Por lo tanto, mantendrán una cierta distancia, serán más fríos, más incrédulos. Pero en otro sentido están tan interesados como el que más en mantener *su* propia sociedad, y esa es la razón por la que desean tanto enriquecer la ciencia aportando un poco más de información. Si fueran totalmente desinteresados no tomarían notas, se distraerían, se quedarían unos cuantos años, se irían y no volverían más.

Tenemos ya todas las condiciones para que ocurra una interpretación sumamente errónea. Por ser tan *interesado*, Bulmer, por ejemplo, se obsesionará de modo desesperante con sus cuadernos, comprobará por partida doble toda la información, llenará cajas de embalaje con material y reunirá todo lo que pueda antes de irse. En lo que respecta a la creencia de los karam referente a la clasificación, Bulmer es más frío que el hielo, «ve en» sus extrañas soluciones la influencia de la cultura local; pero en lo que respecta a la creencia de Bulmer en la antropología, los karam son, en realidad, muy fríos, y ven en su obsesión por tomar notas y por la precisión de la información, la influencia de una cultura extraña que él está muy dispuesto a mantener y expandir. Los «fanáticos desinteresados», como Bulmer, transformarán todas las afirmaciones de las personas que encuentren en «creencias sobre» el mundo, en creencias que requieren una explicación especial. Bulmer no puede creer que los karam tengan razón porque no se va a quedar con ellos para siempre; pero tampoco puede ser tolerante y elegir un tipo de relativismo débil, despreocupándose por completo de lo que otras personas piensen, pues tiene que volver con un informe sobre el sistema de creencias de los karam. Regresará a su departamento *con un trabajo escrito sobre las creencias* taxonómicas de los karam.[18] Una vez que llegue a Nueva Zelanda, la taxonomía karam será comparada con *todas* las demás taxonomías recogidas por otros antropólogos. En este punto, el error es colosal: se dirá que los karam tienen una única forma de ver el mundo, y los antropólogos varias. La peculiar forma utilizada por los karam de elegir entre modelos clasificatorios requiere una explicación que se encontrará en su sociedad; las visiones de los antropólogos que dominan todos los modelos no se explicarán por su sociedad: ellos tienen razón. Llamarán *etno*zoología al sistema de creencias de los karam y zoología al conocimiento de la red científica universal. Aunque cada particularidad sociológica construye su mundo colocando pájaros, plantas y rocas junto a las personas, parecerá, después de varios viajes al exterior, que sólo «ellos» tienen un sistema de creencias *antropomórfico*, mientras que «nosotros» tenemos una perspectiva desinteresada sobre el

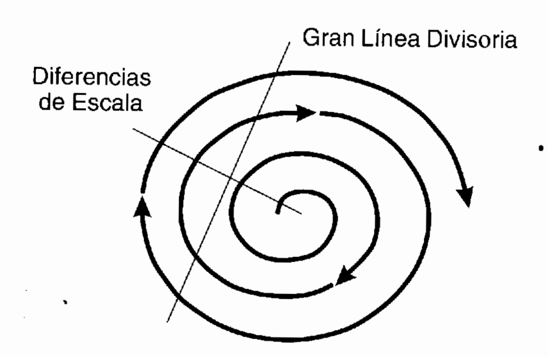


Figura 5.5

mundo que sólo está levemente influida por nuestra «cultura». En la figura 5.5, he representado dos posibles versiones de la diferencia: la primera se consigue trazando *una* línea divisoria entre «ellos» y «nosotros»; la segunda, midiendo *muchas* variaciones en el tamaño de las redes. La gran línea divisoria supone que, en el lado derecho, tenemos saber impregnado de sociedad, y en el izquierdo, saber independiente de la sociedad. Nosotros no hacemos esta suposición. La fusión general del conocimiento y la sociedad es la misma en todos los casos (una espiral en el diagrama), pero la longitud de la curva varía de una a otra.

«Interés» y «desinterés» son palabras como «racional» e «irracional»; no tienen sentido mientras no consideremos el movimiento de los científicos a través del mundo. Esto constituirá nuestra sexta regla del método: cuando nos enfrentemos con una acusación de irracionalidad, o simplemente de creencias, nunca pensaremos que las personas creen en cosas que son irracionales, nunca buscaremos qué regla de la lógica se ha infringido; simplemente consideraremos el ángulo, la dirección, el movimiento y la *escala* del desplazamiento del observador.

Por supuesto, ahora que estamos liberados de todos estos debates sobre la «racionalidad», el «relativismo», la «cultura» y la extensión de la gran línea divisoria, tenemos que enfrentarnos con una cuestión más, la más difícil de todas: ¿de dónde proviene la diferencia en la escala?

6

Centros de cálculo

PRÓLOGO. DOMESTICACIÓN DEL ESPIRITU SALVAJE

Al amanecer del 17 de julio de 1787, Lapérouse, capitán de *L'Astrolabe*, desembarcó en un lugar desconocido del Pacífico este, una tierra llamada «Segalien» o «Sakhalin» en los viejos libros de viajes que llevaba consigo. ¿Se trataba de una península o de una isla? No lo sabía, es decir, no había nadie en la corte de Luis XVI en Versalles, ni en Londres, ni en la sede de la Compañía de las Indias Occidentales en Amsterdam, que pudiera mirar un mapa del océano Pacífico y precisar si la silueta grabada de lo que se llamaba «Sakhalin» estaba unida a Asia o separada del continente por un estrecho. Algunos mapas mostraban una península, otros, una isla; y entre los geógrafos europeos había surgido una fuerte polémica, tanto sobre la precisión y fiabilidad de los libros de viajes, como sobre la exactitud de los reconocimientos efectuados. Debido en parte a la existencia de tantas polémicas como esta (similar a la profusión que estudiamos en la parte I), el rey había equipado a Lapérouse con dos barcos y le había ordenado que dibujase un mapa completo del Pacífico.[1]

Las dos embarcaciones, como los actuales satélites artificiales, habían sido equipadas con todas las técnicas e instrumentos científicos disponibles en la época; se les proporcionaron mejores relojes para medir el tiempo y determinar así, con más precisión, la longitud geográfica; llevaban compases para medir la latitud; se reclutaron astrónomos, tanto para la reparación y mantenimiento de los relojes como para el funcionamiento de los instrumentos; a bordo se encontraban botánicos, mineralogistas y naturalistas para recoger especímenes; había artistas encargados de realizar bocetos y pinturas de aquellos especímenes que fuesen demasiado pesados o demasiado frágiles para sobrevivir al viaje de vuelta; en la biblioteca del barco se almacenaron todos los libros y crónicas de viaje escritos sobre el Pacífico, para que los viajeros pudieran compararlos con lo que iban a ver; las dos embarcaciones estaban cargadas de mercancías y baratijas con objeto de valorar, allá donde fueran, los precios relativos del oro, la plata, las pieles, el pescado, las piedras, las espadas y cualquier cosa que pudiera comprarse o venderse de forma ventajosa para, de esa forma, tantear posibles rutas comerciales de la marina francesa.

Aquella mañana de julio, Lapérouse estaba muy sorprendido y satisfecho. Los pocos salvajes (todos hombres) que se habían qudado en la playa intercambiando salmón por trozos de hierro, eran mucho menos «salvajes» que la mayoría de los que había visto durante los dos años de viaje. No sólo parecían estar seguros de que Sakhalin era una isla, sino que, además, daban la impresión de entender el interés de los navegantes en la cuestión, y lo que era dibujar un mapa de la Tierra vista desde arriba. Un anciano chino dibujó en la arena el país de los «Mantchéoux», o sea, China, y su isla; luego indicó mediante gestos el tamaño del estrecho que los separaba. A pesar de todo, la escala del mapa era imprecisa, y la subida de la marea amenazaba con borrar el precioso dibujo. Así que un chino más joven tomó el cuaderno de notas y el lápiz de Lapérouse, y dibujó otro mapa indicando la escala con pequeñas marcas, cada una de las cuales significaba un día de viaje en canoa. Tuvieron menos éxito con la escala de la profundidad del estrecho: dado que los chinos no poseían una noción muy precisa del calado de un barco, los navegantes no podían saber si los isleños hablaban de dimensiones relativas o absolutas. Debido a esta incertidumbre, Lapérouse, después de haber agradecido y recompensado a los que le habían proporcionado tan valiosa información, decidió partir a la mañana siguiente para observar por sí mismo el estrecho y, con suerte, cruzarlo y llegar a Kamtchatka. La niebla, el viento adverso y el mal tiempo no hicieron posible dicha observación. Muchos meses más tarde, cuando finalmente llegaron a Kamtchatka, no habían visto el estrecho, pero confiaron en los chinos y resolvieron que Sakhalin era, en efecto, una isla. Lapérouse pidió a De Lesseps, un joven oficial, que llevase a Versalles los mapas, los cuadernos de notas y las marcaciones astronómicas que habían reunido durante dos años. De Lesseps hizo el viaje a pie y a caballo bajo la protección de los rusos, llevando consigo los preciosos cuadernos; entre los miles de notas había una que indicaba que la cuestión de la isla de Sakhalin estaba resuelta y cuál era la situación probable del estrecho.

Este es el tipo de episodio que podría haberse utilizado al comienzo del capítulo 5 para poner de manifiesto la gran línea divisoria. A primera vista, parece que entre los intereses de Lapérouse y los de los nativos existe una diferencia tan colosal, como para justificar una distinción radical entre sus respectivas aptitudes cognitivas. En menos de tres siglos de viajes como este, la emergente ciencia de la geografía ha reunido más conocimiento acerca del mundo que lo que se había conseguido durante milenios. Los geógrafos *explicitan* la geografía *implícita* de los nativos; el saber *local* de los salvajes se convierte en el saber *universal* de los cartógrafos; las *creencias* ambiguas, inexactas y no fundamentadas de los lugareños, se transforman en *conocimiento* preciso, seguro y fundamentado. A los partidarios de la gran línea divisoria les parece que ir de la etnogeografía a la geografía es como ir de la infancia a la madurez, de la pasión a la razón, del mundo salvaje a la civilización, o desde las intuiciones de primer nivel a la reflexión de segundo nivel.

Sin embargo, en cuanto aplicamos la sexta regla del método, la gran línea divisoria desaparece y se hacen visibles otras pequeñas diferencias. Como mostré en el capítulo anterior, esta regla nos exige que no nos posicionemos frente a la racionalidad, sino que simplemente consideremos el movimiento del observador, su punto de vista, dirección y escala.

El encuentro de Lapérouse con los pescadores chinos se produce *en ángulo recto*; nunca se habían visto antes y los enormes barcos no han llegado para quedarse. Los chinos han vivido allí desde tiempo inmemorial, mientras que la flota francesa permanece con ellos durante sólo un día. Las familias chinas se quedarán, que se sepa, durante años, quizá siglos; *L'Astrolabe* y *La Boussole* tienen que llegar a Rusia antes de que acabe el verano. A pesar del poco tiempo de que dispone, Lapérouse no se tropieza simplemente con los chinos ni ignora a los que se encuentran en tierra. Por el contrario, aprende de ellos tanto como puede, describe su cultura, política y economía (¡con sólo un día de observación!), y envía a los naturalistas a recorrer el bosque para recoger especímenes, tomar notas apresuradamente y observar las posiciones de las estrellas y los planetas. ¿Por qué tienen tanta prisa? Si estuviesen realmente interesados en la isla ¿no podrían quedarse más tiempo? No, porque no están interesados tanto en este lugar como en llevárselo *de vuelta*, primero a su barco, y luego a Versalles.

Pero no sólo tienen prisa, están además fuertemente presionados para recoger indicios de cierta calidad. ¿Por qué no es suficiente con llevar de regreso a Francia diarios personales, recuerdos y trofeos? ¿Por qué están tan presionados para tomar notas precisas, para obtener y comprobar por partida doble el léxico de los nativos, para permanecer despiertos hasta muy tarde, anotando todo lo que oigan y vean, para poner etiquetas a sus especímenes y para comprobar por enésima vez el funcionamiento de sus relojes? ¿Por qué no descansan y disfrutan del Sol y de la tierna carne del salmón, que pescan con tanta facilidad y que cocinan en la playa? Porque a quienes les envían no les interesa tanto su regreso como la posibilidad de enviar *otras* flotas *más adelante*. Si Lapérouse tiene éxito en su misión, el siguiente barco sabrá si Sakhalin es una península o una isla, conocerá la profundidad del estrecho, cuáles son los vientos dominantes y las costumbres, las fuentes de riqueza y la cultura de los nativos, *antes* de avistar tierra. El 17 de julio de 1787 Lapérouse es *más débil* que los que le informan; no conoce ni la geografía del territorio ni sabe a dónde ir; está a merced de sus guías. Diez años más tarde, el 5 de noviembre de 1797, la embarcación británica *Neptune*, al desembarcar de nuevo en la misma bahía, será mucho *más fuerte* que los nativos porque llevará a bordo mapas, descripciones, libros de apuntes e instrucciones naúticas (que, para empezar, les permitirán saber que se trata de la «misma» bahía). El nuevo navegante que entre en la bahía observará las características más importantes de esa tierra por *segunda* vez (la primera vez tuvo lugar cuando leyó en Londres los cuadernos de notas de Lapérouse y examinó los mapas confeccionados a partir de las indicaciones geográficas que De Lesseps había llevado a Versalles).

¿Qué ocurrirá si la misión de Lapérouse no prospera? ¿Si matan a De Lesseps y su precioso tesoro queda desparramado en algún lugar de la tundra siberiana? ¿O si algún resorte de los relojes naúticos se estropea, y la mayor parte de las longitudes dejan de ser fiables? La expedición será inútil. Durante muchos años más, un punto en el mapa del almirantazgo seguirá siendo fuente de controversias. El próximo barco que se envíe será *tan débil* como *L'Astrolabe*, avistará la isla (¿o se trata de una península?) de Segalien (¿o es Sakhalin?) por *primera* vez, buscará guías y personas entre los nativos que puedan proporcionarle información; la línea divisoria seguirá siendo tan tenue como antes, puesto que la débil e insegura tripulación del *Neptune* tendrá que confiar en nativos tan pobres y débiles como ellos. Por el contrario, si la misión tiene éxito, lo que en un principio era una tenue línea divisoria entre el navegante europeo y los pescadores chinos se habrá hecho más marcada y profunda, pues la tripulación del *Neptune* tendrá menos que aprender de los nativos. Aunque al principio no hay mucha diferencia entre la capacidad de los navegantes franceses y la de los chinos, la diferencia se hará mayor si Lapérouse forma parte de una red a través de la cual se acumula, en Europa, la etnogeografía del Pacífico. Lentamente comenzará a tomar forma una cierta asimetría entre los chinos «locales» y el geógrafo «itinerante». Si los cuadernos de notas de Lapérouse no llegan a Versalles, los chinos seguirán siendo salvajes (para los europeos) y tan fuertes como la tripulación del *Neptune*. Si ocurre lo contrario, el *Neptune* estará mejor preparado

para *domesticar* a los chinos, puesto que a bordo del barco británico se conocerá, de antemano, todo lo relativo a su tierra (cultura, lenguaje y recursos). Mediante un gran número de pequeños instrumentos que permiten conocer de antemano la tierra virgen, que la vuelven predecible, se obtienen distintos grados de salvajismo y domesticación.

Nada revela más claramente la falta de entendimiento, por así decirlo, entre los dos grupos de navegantes, que su dispar interés por la inscripción. La acumulación, que más tarde generará una asimetría, depende de la posibilidad de que algunos indicios recogidos en el viaje, regresen al lugar del que partió la expedición. Es por ello que los oficiales están tan obsesionados con las marcaciones, relojes, diarios, etiquetas, diccionarios, especímenes y herbarios. Todo depende de ellos: *L'Astrolabe* podría hundirse con tal de que las inscripciones sobreviviesen y llegasen a Versalles. La embarcación que navega a través del océano Pacífico es un instrumento, según la definición dada en el capítulo 2. Los chinos, por el contrario, no están en absoluto interesados en los mapas e inscripciones, no tanto porque sean incapaces de dibujarlos (su habilidad sorprendió sobremanera a Lapérouse), sino porque las inscripciones no son el *objetivo final* de su viaje. Los dibujos no son más que *intermediarios* para sus intercambios, intermediarios que utilizan en el intercambio y que, en sí mismos, no se consideran importantes. Los pescadores son capaces de generar tales inscripciones a voluntad, sobre cualquier superficie como la arena o incluso el papel, cuando se encuentran con alguien lo suficientemente estúpido como para pasar un único día en Sakhalin, y querer, no obstante, saberlo todo rápidamente, con objeto de que otro extranjero desconocido regrese más tarde y de forma más segura. No hay por qué añadir una diferencia cognitiva entre los navegantes chinos y los franceses; el malentendido entre ellos es tan completo como lo era entre la madre y su hijo en el capítulo 5, y por la misma razón: lo que era un intermediario irrelevante se ha convertido en principio y fin de un ciclo de capitalización. Basta con apreciar la diferencia entre sus respectivos comportamientos; el distinto énfasis que ponen en las inscripciones se deriva de ello. El mapa dibujado sobre la arena no tiene ningún valor para los chinos y no les importa que la marea lo borre; para Lapérouse, en cambio, es un tesoro; su principal tesoro. Durante sus largos viajes, en dos ocasiones había tenido la suficiente fortuna de encontrar un mensajero fiel que llevase sus notas de vuelta a casa. De Lesseps fue el primero; el capitán Phillip, al que conoció en la bahía Botany, en Australia, en enero de 1788, fue el segundo. No hubo tercera vez. Los dos barcos desaparecieron y los únicos rastros que se encontraron, bien entrado ya el s. XIX, no fueron mapas y herbarios, sino la empuñadura de una espada y un trozo de la popa con una flor de lis, que se había convertido en la puerta de la cabaña de un salvaje. En la tercera parte del viaje, los navegantes franceses no fueron capaces de domesticar las tierras y gentes salvajes; en consecuencia, nada se sabe a ciencia cierta sobre esa parte de su travesía.

A. ACCIÓN A DISTANCIA

1. CICLOS DE ACUMULACIÓN

¿Podemos decir que los navegantes chinos con los que Lapérouse se encontró, no conocían el perfil de sus costas? No, lo conocían muy bien; tenían que conocerlo puesto que habían nacido allí. ¿Podemos decir que esos chinos no conocían el Atlántico, el canal de la Mancha, el río Sena o el parque de Versalles? Sí, es legítimo decirlo, no tenían ni idea de ellos y probablemente no les podía preocupar menos. ¿Podemos decir que Lapérouse conocía esa parte de Sakhalin antes de desembarcar? No, era su primer encuentro con ella, tenía que ir a tientas en la oscuridad, sondeando las opiniones de los nativos a lo largo de la costa. ¿Tenemos derecho a decir que la tripulación del *Neptune* conocía esta costa? Sí, podemos decirlo, podían mirar las notas de Lapérouse y comparar los dibujos de los lugares donde desembarcaba, con lo que ellos mismos veían; resultado: menos sondeo de opiniones y menos ir a tientas en la oscuridad. Así pues, la tripulación de la embarcación británica había adquirido, de una manera todavía misteriosa, el saber que tenían los pescadores chinos y que Lapérouse *no* poseía. De este modo, gracias a esta pequeña historia, estamos en disposición de definir el término conocimiento.

La primera vez que nos encontramos con un hecho, no lo conocemos; empezamos a saber algo la *segunda* vez, como mínimo, que damos con él, o sea, cuando ya nos resulta familiar. Decimos de alguien que es un entendido en la materia cuando cualquier cosa que ocurre es, para él, un caso especial de otros hechos ya conocidos, un miembro de la misma familia. Sin embargo, esta definición es demasiado general y da demasiada ventaja a los pescadores chinos. No sólo han visto Sakhalin dos veces, sino cientos y, los más viejos, incluso miles. Siempre serán, pues, más entendidos que esos extranjeros blancos, mal afeitados y caprichosos, que llegan al alba y se marchan al anochecer. Los extranjeros morirán en el viaje a consecuencia de un tifón, traicionados por los guías, abordados por algún barco español o portugués, a causa de la fiebre amarilla o, simplemente, devorados por caníbales hambrientos... como probablemente le ocurrió a Lapérouse. En otras palabras, el extranjero siempre será más débil que cualquiera de las personas, de las tierras, de los climas o de los arrecifes que se encuentre por el mundo: estará siempre a su merced. Aquellos que se alejan mucho de su tierra natal y se cruzan en el camino de otros, desaparecen sin dejar rastro. Entonces, ni siquiera hay tiempo de trazar una gran línea divisoria; no se formula ninguna acusación, y no tiene lugar ninguna lucha entre distintas sociologías, puesto que el elemento móvil de este juego, es decir, el extranjero, desaparece en el primer encuentro.

Si definimos el conocimiento como la familiaridad con los hechos, lugares o personas, que ya han sido vistos con anterioridad muchas veces, entonces el extranjero será siempre el más débil, excepto si, por algún medio extraordinario, lo que le sucede, sucede, como mínimo, por segunda vez; si las islas en las que nunca antes había desembarcado, ya han sido visitadas y estudiadas cuidadosamente, como le pasó al navegante del *Neptune*entonces, y sólo entonces, el extranjero itinerante podrá

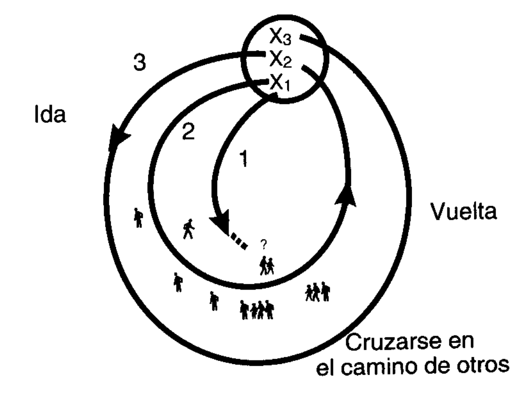


Figura 6.1

llegar a ser más fuerte que los nativos. ¿En que podría consistir ese «medio extraordinario»? Sabemos desde el prólogo que para un extranjero no es suficiente haber sido precedido por otro, por dos o por cientos, si estos predecesores han desaparecido sin dejar rastro, han regresado con historias oscuras o no han divulgado sus conocimientos, porque, en los tres casos, el nuevo navegante no habrá obtenido nada de los viajes de sus predecesores; para él todo ocurrirá por primera vez. No, únicamente obtendrá algo si los otros navegantes han encontrado la forma de *llevar* las tierras *de vuelta* consigo, de tal manera que él *vea* por primera vez la isla de Sakhalin, en un rato libre, en su casa o en la oficina del almirantazgo, mientras fuma su pipa...

Como vemos, lo que se llama «conocimiento» no puede definirse sin comprender antes lo que significa *adquirir* conocimiento. En otras palabras: el «conocimiento» no es algo que pueda describirse por sí mismo o por oposición a «ignorancia» o a «creencia», sino únicamente considerando el ciclo entero de acumulación: cómo traer cosas al regreso de un lugar para que alguien las vea por primera vez y otros puedan ser enviados de nuevo para traer más cosas. Cómo familiarizarse con cosas, personas y hechos que están *distantes*. En la figura 6.1 he expuesto el mismo proceso que en la figura 5.4, pero en lugar de centrarme en la acusación que tiene lugar en la intersección, lo he hecho en el proceso de acumulación.

La primera expedición desaparece sin dejar rastro, por lo que no puede establecerse ninguna diferencia en cuanto a «conocimiento», con la segunda, que sigue moviéndose a tientas en la oscuridad a merced de las personas que se cruzan en su camino. La segunda expedición, más afortunada que la primera, no sólo regresa sino que trae cosas (representadas como X2 en el dibujo) que permiten a la tercera familiarizarse tanto con el litoral, que puede trasladarse rápidamente a otras tierras, y llevar a casa un mapa parcial del *nuevo* territorio (X3). Con cada ciclo de este proceso de acumulación, se reúnen más elementos en el centro (representados por un círculo en la parte superior); con cada ciclo crece la asimetría (en la parte inferior) entre los extranjeros y los nativos, y el resultado es lo que hoy parece ciertamente una gran línea divisoria, o, como mínimo, una relación desproporcionada entre aquellos que van equipados con satélites artificiales que localizan a los «locales» en sus mapas de ordenador, sin salir de su habitación con aire acondicionado en Houston, y los desamparados nativos que ni siquiera ven como los satélites pasan sobre sus cabezas.

No deberíamos apresurarnos a determinar qué son esos «medios extraordinarios», qué son esas cosas que traen los navegantes y que aparecen representadas en el dibujo como «X». Primero tenemos que entender bajo qué condiciones un navegante puede surcar los mares y *regresar*, o sea, cómo puede tener lugar un ciclo completo. Para lograrlo debemos tomar un ejemplo mucho más antiguo, de cuando esos viajes a tierras extranjeras eran aún más peligrosos. Tres siglos antes de Lapérouse, en 1484, el rey Juan II de Portugal convocó a una pequeña comisión de científicos para que ayudasen a los navegantes a encontrar el camino de las Indias.[2]

Por aquel entonces ya se ha cumplido una primera condición: los pesados y sólidos galeones diseñados por los portugueses ya no se desintegran en las tormentas o los largos períodos en el mar; la madera con la que están construidos y la forma en que están carenados los hacen más fuertes que las olas y las mareas. En la definición del término que di en el capítulo 3, actuaban como un *solo elemento*; se habían convertido en un ingenioso mecanismo para controlar las numerosas fuerzas que ponían a prueba su resistencia. Por ejemplo, los vientos de todas direcciones, en lugar de frenar la marcha de los barcos, se convierten en sus aliados mediante una combinación única de aparejos latinos y cuadrados. Dicha combinación hace posible que una tripulación menor gobierne una embarcación mayor, que, a su vez, hace a sus miembros menos vulnerables a la desnutrición y a las plagas, y a los capitanes, menos vulnerables a los motines. El mayor tamaño de los galeones permite instalar a bordo mayores cañones que, consecuentemente, hacen más previsible el resultado de los enfrentamientos militares con las numerosas pero diminutas canoas de los nativos. Dicho tamaño hace posible además regresar con un cargamento mayor (si es que hay viaje de regreso).

Cuando la comisión científica se reunió, los galeones eran instrumentos tremendamente móviles y versátiles, capaces de dominar al oleaje, al viento, a la tripulación, a las armas y a los nativos, pero no, todavía, a los arrecifes y al litoral. Estos últimos siempre eran más poderosos que los galeones puesto que aparecían de forma inesperada, hundiendo barco tras barco. ¿Cómo localizar previamente todos los escollos en lugar de ser, por decirlo así, *localizado* por ellos sin previo aviso? La solución de la comisión fue utilizar, de todas las ayudas posibles, la que se traía de más lejos, el Sol y las estrellas, cuyo lento movimiento podría convertirse, con ayuda de instrumentos que determinasen los ángulos, de tablas de cálculo y de pilotos entrenados, en una medida aproximada y no demasiado inexacta de la latitud. Después de años de recoger material, la comisión escribió el *Regimento do Astrolabio and do Qadrante*. Este libro, a bordo de cada barco, proporcionaba instrucciones muy prácticas acerca de cómo usar el cuadrante y cómo medir la latitud a partir de la fecha, la hora y el ángulo del Sol con el horizonte; además, la comisión compiló todas las marcaciones de buena calidad tomadas en distintas latitudes, y añadió sistemáticamente aquellas que fuesen fiables. Antes de que se formase la comisión, los cabos, arrecifes y bancos de arena, eran más fuertes que cualquier barco, pero después los galeones, más la comisión, más los cuadrantes, más el Sol, habían roto el equilibrio de fuerzas a favor de los galeones portugueses: el peligroso litoral ya no podría encabritarse traidoramente e interrumpir los movimientos de la embarcación.

Pero aun cuando el viento, la madera, el litoral, la tripulación y el sol sean disciplinados, estén bien adiestrados y claramente se encuentren del lado del rey Juan, no está garantizado todavía que se vaya a poner en marcha un ciclo de acumulación que *empiece* y *termine* en él, en Lisboa. Por ejemplo, barcos españoles pueden desviar a los galeones de su camino; o los capitanes, con sus barcos cargados de preciosas especias, quizá traicionen al rey y las vendan en algún sitio en beneficio propio; o puede que los inversores de Lisboa se queden con la mayor parte de las ganancias y se nieguen a equipar una nueva flota para continuar el ciclo. De este modo, además de potenciar el diseño de barcos, la cartografía y las instrucciones de navegación, el rey debe conseguir muchas formas nuevas de asegurarse la obediencia de los inversores, capitanes y aduaneros; debe insistir en que se hagan contratos legales con firmas, testigos y juramentos solemnes, para hacer que sus pilotos y almirantes se sientan tan obligados como sea posible; debe mostrarse inexorable con los libros de cuentas, con las nuevas formas de obtener beneficios monetarios y de repartir los dividendos; debe insistir en que cada libro de registro se lleve cuidadosamente, se mantenga alejado del enemigo, y se traiga, al regreso, a sus oficinas para que su información sea compilada.

Junto con el prólogo, este ejemplo nos presenta la etapa más difícil de este viaje que nos lleva a través, no del océano, sino de la tecnociencia. Este carácter acumulativo de la ciencia es lo que más ha chocado siempre a los científicos y epistemólogos. Pero para poder comprenderlo, hemos de tener presentes todas las condiciones que permiten que tenga lugar un ciclo de acumulación. Al llegar a este punto, las dificultades parecen enormes porque tales condiciones *atraviesan* las divisiones trazadas normalmente entre la historia económica, la historia de la ciencia, la historia de la tecnología, la política, la administración o el derecho, dado que el ciclo puesto en

marcha por el rey Juan puede hacer agua en cualquier momento: puede ocurrir que un tribunal invalide un contrato legal, que un cambio en las alianzas políticas dé ventaja a España, que la cuaderna de un barco no resista un tifón, que un cálculo erróneo en el *Regimento* haga desembarcar a una flota en un lugar equivocado, que un error en la estimación de un precio haga que una compra sea inútil o que un microbio en las especies traiga una plaga... No hay ninguna forma elegante de ordenar estas conexiones en categorías porque todas han sido entrelazadas como los muchos hilos de un macramé, para compensar mutuamente sus debilidades. Todas las distinciones que uno podría querer establecer entre los dominios (economía, política, ciencia, tecnología, derecho, etc.), son menos importantes que el singular mecanismo que hace que todos esos dominios se orienten hacia un mismo objetivo: un ciclo de acumulación que permite convertir un punto en un *centro* que actúe a distancia sobre otros puntos.

Si queremos acabar nuestro viaje tenemos que definir términos que nos ayuden a entender esa mezcla heterogénea, y que no nos detengan ni estorben cada vez que los que construyen el ciclo cambien de marcha al pasar de un dominio a otro. ¿Llamaremos «conocimiento» a lo que se acumula en el centro? Sería, obviamente, una mala elección, puesto que familiarizarse con hechos lejanos ha requerido, en los anteriores ejemplos, la intervención de reyes, oficiales, marinos, cuadernas, aparejos latinos, comerciantes de especias, etc., un montón de cosas que normalmente no forman parte del «conocimiento». ¿Lo llamaremos «poder» entonces? Eso también sería un error: hacer cálculos de tierras, rellenar libros de registro, embrear el carenado o arreglar un mástil, son elementos que no pueden colocarse bajo ese rótulo sin cometer un disparate. Quizás deberíamos hablar de «dinero» o, de forma más abstracta, de «beneficio», puesto que eso es lo que el ciclo va sumando. De nuevo sería una mala elección: no se puede llamar «beneficio» de ninguna forma al pequeño legajo de cifras que De Lesseps trae a Versalles, o a las nuevas rutas puestas en manos del rey Juan; el beneficio no es el principal aliciente de Lapérouse, de sus naturalistas, geógrafos y lingüistas. ¿Cómo vamos a llamar, pues, a lo que se trae de vuelta? Podríamos hablar, naturalmente, de «capital», que es algo (dinero, conocimiento, crédito o poder) que no tiene más función que la de ser reinvertido inmediatamente en un nuevo ciclo de acumulación. No sería un mal término, especialmente porque viene de *caput*, cabeza, dueño, centro o capital de un país, que son, desde luego, buenas caracterizaciones de Lisboa, Versalles y de todos los lugares que puedan constituirse en principio y final de uno de esos ciclos. Sin embargo, al usar esa expresión caeríamos en una petición de principio: lo que se capitaliza se convierte necesariamente en capital. Por lo tanto, no nos dice mucho, y además, el término «capitalismo» ha tenido una historia demasiado confusa...

No, necesitamos deshacernos de todas estas categorias como poder, conocimiento, beneficio o capital, porque nos cortan la tela que queremos conservar entera, sin costuras, para poder estudiarla como deseemos. Afortunadamente, una vez que nos hemos liberado de la confusión que introducen todos esos términos tradicionales, la cuestión es bastante sencilla: ¿cómo actuar a distancia sobre hechos, lugares y personas que no nos son familiares? Respuesta: trayendo a casa *de alguna forma* esos hechos, lugares y personas. ¿Cómo se puede conseguir eso teniendo en cuenta que están alejados de nosotros? Inventando medios *a)* **que los hagan** *móviles*, de forma que puedan ser transportados; *b)* que los mantengan *estables*, para que puedan llevarse y traerse sin que se deformen, corrompan o deterioren; y *c)* que sean *combinables* para que, independientemente del material con que estén hechos, puedan ser almacenados, agregados o barajados como naipes. Si estas condiciones se cumplen, una pequeña ciudad provinciana, un oscuro laboratorio o una insignificante compañía en un garaje, que eran antes tan débiles como cualquier otro lugar, se convertirán en centros que ejercerán su dominio, a distancia, sobre otros muchos sitios.

2. MOVILIZACIÓN DE LOS MUNDOS

Consideremos ahora algunos de los medios que permiten mejorar la movilidad, estabilidad y combinabilidad, para posibilitar el dominio a distancia. La cartografía es un ejemplo tan claro que lo elegí para presentar el tema. No hay ninguna forma de traer las tierras mismas a Europa, ni de reunir en Lisboa o en Versalles a miles de marinos nativos para que digan a los navegantes, en sus numerosas lenguas, dónde ir y qué hacer. Por otro lado, todos los viajes son inútiles si lo único que se trae de vuelta son historias y trofeos. Uno de los «medios extraordinarios» que deben idearse consiste en utilizar los barcos de viaje como instrumentos, esto es, como *lápices* que dibujen en un papel el perfil de la costa descubierta. Para obtener este resultado, se debe enseñar a los capitanes para que, ocurra lo que les ocurra, anoten su posición, indiquen los bancos de arena y remitan los datos. Sin embargo, eso no basta todavía porque el centro que reúne todos los cuadernos de notas, escritos de forma distinta según el momento y el lugar de acceso, producirá en los mapas que se preparen un caos de perfiles contradictorios que incluso los capitanes más experimentados apenas serán capaces de interpretar. En consecuencia se deben colocar a bordo de las embarcaciones muchos más elementos para que se pueda calibrar y sistematizar la determinación de latitudes y longitudes (relojes marinos, cuadrantes, sextantes, expertos, libros de registro y mapas anteriores). Los barcos de viaje se convierten en instrumentos costosos, pero lo que traen y envían puede transcribirse a las cartas de navegación de forma casi inmediata. Mediante la codificación de cualquier avistamiento de tierra en longitudes y latitudes (dos cifras), y mediante el envío de tales datos, el perfil de las costas avistadas puede ser dibujado de nuevo por aquellos que no las han visto. Ahora entendemos la importancia crucial de esos legajos de cifras que De Lesseps y el capitán del *Neptune* transportaron por todo el mundo: son algunos de los elementos estables, móviles y combinables, que permiten que un centro domine tierras lejanas.

Ahora, aquellos que eran los más débiles porque se quedaban en el centro sin ver nada, empiezan a ser más poderosos y a familiarizarse con *más* sitios, no sólo que cualquier nativo, sino que cualquiera de los capitanes viajeros; ha tenido lugar una «revolución copernicana». Esta expresión la acuñó el filósofo Kant para describir lo que ocurre cuando una antigua disciplina, insegura y poco sólida hasta el momento, se convierte en acumulativa y «toma el camino seguro de la ciencia». En lugar de que la mente de los científicos dependa de las cosas, explica Kant, se logra que las cosas dependan de la mente, y, por lo tanto, tiene lugar una revolución tan radical como la que se dice que Copérnico desencadenó. En lugar de ser dominados por los nativos y la naturaleza, como el infortunado Lapérouse, que se jugaba la vida cada día, los cartógrafos en Europa empiezan a reunir en sus lugares de trabajo (los laboratorios más importantes y costosos hasta finales del s. XVIII) las marcaciones de todas las tierras. ¿De qué tamaño se ha quedado la Tierra en sus lugares de trabajo? No mayor que el de un *atlas* cuyas láminas pueden desplegarse, combinarse, recombinarse y superponerse a voluntad. ¿Cuál es la consecuencia de este cambio de escala? El cartógrafo *domina* el mundo que dominó a Lapérouse. La relación de fuerzas entre los científicos y la Tierra se ha invertido; la cartografía ha tomado el camino seguro de la ciencia; se ha constituido un centro (Europa) que comienza a hacer girar al resto del mundo a su alrededor.

Otra manera de llevar a cabo la misma revolución copernicana consiste en reunir *colecciones*. El perfil de las tierras puede codificarse y dibujarse con objeto de hacerlo móvil, pero no ocurre lo mismo con las piedras, pájaros, plantas, artefactos y obras de arte. Estos se pueden extraer de su contexto y pueden llevarse con las *expediciones*. De este modo, la historia de la ciencia es, en gran parte, la historia de la movilización de todo aquello que pueda ser transportado para llevar a cabo este censo universal. El resultado, sin embargo, es que en muchos casos la estabilidad se convierte en un problema porque muchos de esos elementos mueren (como los «salvajes felices» que los antropólogos nunca se cansaron de enviar a Europa), se llenan de gusanos (como los osos pardos que los zoólogos disecaron demasiado aprisa), o se secan (como los preciosos cereales que los naturalistas plantaban en tiestos con tierra demasiado pobre). Incluso aquellos elementos que aguantan el viaje, como los fósiles, las piedras y los esqueletos, pueden perder todo su significado cuando se depositan en los sótanos de los pocos museos que se construyen en el centro porque no se les provee del contexto suficiente. Por ello tiene que idearse una gran cantidad de medios que aumente la movilidad, estabilidad y combinabilidad de los objetos coleccionados. Hay que dar muchas instrucciones a los que se envía por el mundo, acerca de cómo disecar animales, secar plantas, etiquetar todos los especímenes, nombrarlos, clavar mariposas y realizar dibujos de animales y árboles que nadie pueda traer o domar. Cuando esto se ha logrado, cuando han comenzado a reunirse y mantener grandes colecciones, entonces se produce de nuevo la misma revolución. Los zoólogos pueden viajar a través de todos los continentes, climas y períodos, en sus museos de historia natural, sin desplazarse más que unos pocos cientos de metros y abriendo únicamente unos cuantos cajones. En estas nuevas arcas de Noé no tienen que arriesgar su vida, sólo les molestan el polvo y las manchas de argamasa de París. ¿Cómo podría uno sorprenderse de que empiecen a *dominar* la etnozoología de todos los pueblos? Lo realmente sorprendente sería que ocurriera lo contrario. Muchas características comunes que no pueden observarse entre animales peligrosos y muy lejanos en el espacio y el tiempo ¡aparecen fácilmente entre un especimen y el siguiente! Los zoólogos *ven* cosas *nuevas* porque esta es la primera vez que tantas criaturas se reúnen ante los ojos de alguien: el misterioso comienzo de una ciencia no constituye más que eso. Como dije en el capítulo 5, es simplemente una cuestión de escala. No debemos maravillarnos de las diferencias cognitivas, sino de esta movilización general del mundo que dota a unos pocos científicos, vestidos con levitas y en algún lugar de los Kew Gardens, de la capacidad de dominar visualmente todas las plantas de la Tierra.[3]

Sin embargo, no existe ninguna razón para limitar la movilización de indicios estables y combinables a aquellos sitios a los que pueda desplazarse en persona un ser humano, en el transcurso de una expedición. En su lugar se pueden enviar *sondas*. Por ejemplo, a los que perforan un pozo de petróleo les gustaría mucho saber cuántos barriles de petróleo tienen bajo los pies. Pero no hay forma de meterse en las entrañas de la Tierra y verlo. Por ello, a principios de los años veinte, Conrad Schlumberger, un ingeniero francés, tuvo la idea de enviar una corriente eléctrica a través del suelo, para medir la resistencia eléctrica de las capas de roca en distintos puntos.[4] Al principio las señales dibujaban formas confusas, tan confusas como las primeras rutas enviadas a los antiguos cartógrafos. Sin embargo, las señales fueron lo suficientemente estables como para permitir que, más tarde, los geólogos se trasladasen *sucesivamente* de los nuevos mapas eléctricos a los gráficos de sedimentación dibujados antes. En vez de simplemente extraer petróleo, se hizo posible acumular indicios en mapas y, consecuentemente, permitir que los ingenieros no dirigieran la exploración a ciegas. Dio comienzo un ciclo de acumulación en el que el petróleo, el dinero, la física y la ingeniería, ayudaban cada uno en la acumulación de los demás. En pocas décadas se inventaron y apilaron docenas de aparatos distintos que transformaron lentamente las reservas invisibles e inaccesibles, en registros que unos cuantos hombres podían dominar visualmente. Actualmente, todas las torres de perforación se usan, no sólamente para bombear petróleo, sino para transportar sensores de todo tipo a las profundidades de la Tierra. En la superficie, los ingenieros *Schlumberger*, dentro de un camión lleno de ordenadores, leen los resultados de todas estas mediciones transcritos a metros y metros de papel milimetrado.

La principal ventaja de este proceso de registro no es sólo la movilidad que proporciona a la estructura profunda del terreno, ni las relaciones estables que genera entre el mapa y dicha estructura, sino las *combinaciones* que hace posible. En principio no existe una conexión simple entre el dinero, los barriles, el petróleo, la resistencia y el calor; ninguna forma sencilla de entrelazar al banquero de Wall Street, al jefe de explotación en la sede de Exxon, al electrónico especializado en señales débiles en Clamart, cerca de París, y a un geofísico en Ridgefield. Todos estos elementos parecen pertenecer a distintas esferas de la realidad: economía, física, tecnología e informática. Si en lugar de ello tenemos en cuenta el ciclo de acumulación de móviles estables y combinables, *vemos* literalmente cómo pueden unirse. Consideremos, por ejemplo, la «rápida visión de registros» en una plataforma petrolífera del mar del Norte: todos los datos se codifican, en primer lugar, en señales binarias, y se almacenan, luego, para cálculos futuros más elaborados; más tarde se reinterpretan y se vuelven a recopilar en ordenadores que arrojan los registros impresos, que ya no están en la escala de ohmnios, microsegundos o microelectronvoltios, sino directamente en número de barriles de petróleo. Ahora ya no es difícil entender cómo los directores de la plataforma pueden planificar su curva de producción, cómo los economistas pueden añadir a los mapas unos cuantos cálculos más de su propia cosecha, cómo los banqueros pueden usar esos cuadros para determinar el valor de la compañía y cómo pueden archivarse para ayudar al gobierno a calcular las reservas comprobadas (un tema muy polémico). Con este mundo de papel se pueden hacer muchas más cosas que con el mundo.

No importa la cantidad de medios que se utilicen para que tenga lugar una revolución copernicana. Lo importante es que se consiga este objetivo: un cambio acerca de qué se considera centro y qué periferia. Por ejemplo, nada nos domina más que las estrellas. Parece que no hay ningún modo de invertir la relación y hacer que nosotros, los astrónomos, seamos capaces de controlar el cielo sobre nuestras cabezas. La situación se invierte rápidamente, sin embargo, cuando Tycho Brahe, en un *observatorio* bien equipado y construido para él en Oranenbourg, empieza no sólo a anotar en las mismas cartas astronómicas homogéneas las posiciones de los planetas, sino a reunir además las observaciones realizadas por otros astrónomos de toda Europa, a quienes ha pedido que rellenen unas hojas preparadas que les ha enviado.[5] Un prodigioso ciclo acumulativo comienza de nuevo a desplegarse, desde el momento en que todas las observaciones tomadas en momentos y lugares diferentes, se reúnen y se presentan sinópticamente. El ciclo positivo funciona más rápidamente si el mismo Brahe es capaz de reunir, en el mismo lugar, no sólo las nuevas observaciones realizadas por él y sus colegas, sino todos los libros antiguos de astronomía que la imprenta ha puesto a su disposición a un precio muy bajo. Su mente no ha experimentado una mutación; sus ojos no se han liberado de repente de los viejos prejuicios; no se trata de que observe el cielo estival con más cuidado de lo que nadie lo había hecho antes. Pero es el primero en examinar a la vez ese cielo, sus observaciones, las de sus colaboradores, los libros de Copérnico y las muchas versiones del *Almagesto* de Tolomeo; es el primero en convertirse en comienzo y final de una extensa red

que genera lo que llamaré **móviles inmutables y combinables**. Todos esos esquemas, cuadros y trayectorias, están ahí, a su disposición, y se pueden combinar a voluntad, sin que importe que tengan 20 siglos de antigüedad o sólo un día; cada uno de ellos reduce cuerpos celestes de billones de toneladas y situados a cientos de miles de kilómetros de distancia, a puntos en una hoja de papel. ¿Debemos sorprendernos que con Tycho Brahe la astronomía avance aún más «en el seguro camino de una ciencia»? No, pero deberíamos maravillarnos de todos esos innumerables y humildes medios que, en el interior de los observatorios que pronto se construirán por toda Europa, transforman los planetas y las estrellas en trozos de papel.

La tarea de dominar la Tierra o el cielo es casi tan difícil como la de dominar la economía de un país. No existe ningún telescopio para verla, ninguna colección en que se pueda reunir y ninguna expedición que pueda proyectarla en un mapa. De nuevo, en el caso de la economía, la historia de una ciencia es la de los muchos e ingeniosos medios ideados para transformar lo que las personas hacen, venden o compran, en algo que pueda utilizarse, reunirse, archivarse, codificarse, recalcularse y exponerse. Uno de tales medios es realizar *investigaciones* enviando por todo el país entrevistadores que lleven los mismos cuestionarios preparados, y que los rellenen haciendo a los directores las mismas preguntas acerca de sus compañías, sus pérdidas y beneficios, y sus predicciones sobre la salud futura de la economía. Luego, una vez que se reúnan todas las respuestas, se confeccionarán otros cuadros que resumirán, recopilarán, simplificarán y clasificarán los datos de todas las compañías de la nación. Alguien que estudie los cuadros finales estará, en cierto sentido, analizando la economía del país. Naturalmente, como sabemos por los capítulos anteriores, surgirán polémicas acerca de la precisión de esos cuadros y de quién puede hablar en nombre de la economía. Pero como también sabemos, en el curso de las controversias se introducirán otros elementos gráficos que acelerarán el ciclo de acumulación. Los funcionarios de aduanas poseen estadísticas que pueden añadirse a los cuestionarios; los funcionarios de hacienda, los sindicatos, los geógrafos y los periodistas, producen todos ellos una gran cantidad de archivos, sondeos y cuadros. Los que se encuentran en los numerosos centros de estadística, pueden combinar, barajar, superponer y recalcular esas cifras para obtener «el producto nacional bruto» o «la balanza de pagos», de la misma forma en que otros, en despachos distintos, obtienen «la isla de Sakhalin», «la taxonomía de los mamíferos», «las reservas comprobadas de petróleo» o «el nuevo sistema planetario».

Todos estos objetos se encuentran al principio y al final de un ciclo de acumulación similar; no importa que estén lejos o cerca, que sean infinitamente grandes o pequeños, viejos o nuevos, todos van a parar a la misma escala en la que unos pocos hombres o mujeres pueden dominarlos visualmente; en uno u otro momento todos adquieren la forma lisa de la superficie de un papel que puede ser archivado, enganchado en una pared o combinado con otros; todos ellos ayudan a invertir la relación de fuerzas entre aquellos que dominan y los dominados.

Obviamente, las expediciones, las colecciones, las sondas, los observatorios y las investigaciones son sólo algunas de las muchas formas existentes de lograr que un centro actúe a distancia. Aparecen miles más cuando seguimos a los científicos en acción, pero todas ellas obedecen a la misma presión selectiva. Todo lo que pueda aumentar la movilidad, la estabilidad o bien la combinabilidad de los elementos, será bienvenido y se seleccionará si acelera el ciclo de acumulación: una nueva prensa de imprenta que incremente la movilidad y la copia fidedigna de textos, un nuevo método de grabar mediante aguafuerte láminas más precisas en los textos científicos, un nuevo sistema de proyección que haga posible dibujar mapas con una deformación menor de los perfiles, una nueva taxonomía química que permita a Lavoisier escribir las combinaciones de más elementos, pero también nuevos recipientes para cloroformizar especímenes animales, nuevos tintes que permitan colorear los microbios en cultivos, nuevos sistemas de clasificación en las bibliotecas para encontrar documentos con mayor rapidez, nuevos ordenadores que refuercen las débiles señales de los telescopios o agujas más afiladas para registrar más parámetros en los mismos electrocardiogramas.[6] Si se inventan artilugios para transcribir números, imágenes y textos de todo el mundo, al mismo código binario de los ordenadores, entonces la manipulación, combinación, movilización, conservación y exposición de los indicios se facilitarán de forma fantástica. Cuando escuches a alguien decir que «domina» mejor un tema, en el sentido de que su *mente* se ha ensanchado, busca en primer lugar los artilugios que tengan que ver con la movilidad, inmutabilidad o versatilidad de los indicios; sólo después, si por una extraordinaria casualidad aún queda algo por explicar, puedes dirigir tu atención a la mente. (Al final de la parte B, haré de esto una regla del método, una vez que haya sido añadido un elemento crucial.)

3. CONSTRUIR EL ESPACIO Y EL TIEMPO

El carácter acumulativo de la ciencia es algo que sorprende mucho a los observadores; es lo que les hace concebir la idea de una gran línea divisoria entre nuestras culturas científicas y todas las demás. Comparadas con la cartografía, la zoología, la astronomía y la economía, parece que cada etnogeografía, etnozoología, etnoastronomía y etnoeconomía, sea peculiar de un lugar y extrañamente no acumulativa, como si permaneciera para siempre estancada en un pequeño rincón del espacio y el tiempo. Sin embargo, cuando tenemos en cuenta el ciclo de acumulación y la movilización del mundo que desencadena, la superioridad de unos centros respecto de lo que, en contraste, se muestra como la periferia, puede documentarse sin recurrir adicionalmente a una división entre culturas, mentalidades o lógicas. La mayoría de las dificultades que nos impiden entender la ciencia y la tecnología proceden de nuestra creencia de que el espacio y el tiempo existen de forma independiente, como si se tratase de una estructura de referencia inquebrantable *dentro de la cual* aconteciesen los hechos y los lugares. Dicha creencia hace imposible que comprendamos cómo se pueden producir diferentes espacios y tiempos *en el interior de las redes* construidas para movilizar, acumular y recombinar el mundo.

Por ejemplo, si imaginamos que el saber que poseen los pescadores chinos acerca de la isla de Sakhalin, queda *incluido* en la cartografía elaborada por Lapérouse, entonces, efectivamente, parece en comparación local, implícito, inseguro y poco sólido. Pero está tan incluido en ella como las opiniones acerca del tiempo lo están en la meteorología (véase capítulo 5, parte A). La cartografía es una red que acumula indicios en unos pocos centros que, en sí mismos, son tan locales como cada uno de los puntos por los que Lapérouse, Cook o Magallanes pasan; la única diferencia estriba en la lenta construcción de un mapa dentro de esos centros, un mapa que define un movimiento bidireccional hacia y desde la periferia. En otras palabras, no tenemos que oponer el saber local de los chinos al saber universal de los europeos, sino únicamente dos saberes locales, uno de los cuales tiene la forma de una red que lleva y trae móviles inmutables con objeto de actuar a distancia. Como ya dije en el prólogo, quién incluya y quién quede incluido, quién localice y quién sea localizado, todo ello depende, no de una diferencia cognitiva o cultural, sino del resultado de una lucha constante: Lapérouse fue capaz de meter a Sakhalin en un mapa, pero los caníbales del sur del Pacífico que truncaron su viaje ¡lo metieron a él en el *suyo*!

La misma división parece tener lugar entre la etnotaxonomía local y las taxonomías «universales», siempre que las redes de acumulación no se tengan en consideración. ¿Puede la botánica, por ejemplo, reemplazar a las etnobotánicas y engullirlas como subconjuntos? ¿Se puede construir la botánica en cualquier lugar, dentro de un espacio universal y abstracto? Ciertamente no, puesto que se necesitan miles de plantas cuidadosamente protegidas, secadas, reunidas y etiquetadas; se necesitan además grandes instituciones como los Kew Gardens o el Jardin des Plants, en las que los especímenes germinen, se cultiven y se protejan de los cruces. La mayoría de los etnobotánicos deben familiarizarse con cientos o, a veces, miles de especies (más de lo que la mayoría de nosotros podemos lograr); pero en el interior de los Kew Gardens, la nueva familiaridad constituida por numerosas hojas de herbarios colindantes, traídos de todo el mundo por expediciones de todas las naciones de Europa, requiere la manipulación de decenas, y a veces cientos, de miles de especies (lo cual es mucho más de lo que cualquiera puede manejar). Por lo tanto se tienen que inventar otra vez nuevas inscripciones y procedimientos de etiquetado que limiten ese número (ver parte B). La botánica es el *saber local* generado dentro de instituciones recolectoras como el Jardin des Plants o los Kew Gardens. No se extiende más allá (o si lo hace, como veremos en la parte C, es extendiendo también las redes).[7]

Para seguir nuestro viaje debemos hacer retroceder estas inmensas extensiones de espacio y tiempo generadas por la geología, la astronomía, la microscopia, etc., al interior de sus redes (esos fentogramas, billones de electronvoltios, ceros absolutos y eones de tiempo; por muy grandes, alargadas o pequeñas que sean esas escalas, nunca serán mayores que un mapa geológico o astronómico de unos pocos metros cuadrados, ni más difíciles de leer que un reloj. Nosotros, los lectores, no vivimos *dentro* de un espacio que incluya a billones de galaxias; por el contrario, ese espacio se genera *dentro* del observatorio haciendo que un ordenador cuente pequeños puntos en una placa fotográfica. Suponer, por ejemplo, que es posible reunir en una síntesis los tiempos de la astronomía, la geología, la biología, la primatología y la antropología, tiene tanto sentido como hacer una síntesis con las conducciones del agua y del gas, y los cables de la electricidad, el teléfono y la televisión.

¿Te da vergüenza no entender lo que significa hablar de millones de años luz? No sientas vergüenza porque la sólida comprensión que el astrónomo tiene de ello proviene de una pequeña *regla graduada* que aplica, con firmeza, a un *mapa* del cielo, tal como tú haces con tu mapa de carreteras cuando te vas de acampada. La astronomía es el saber local que se produce dentro de esos centros que recogen fotografías, espectros, señales de radio, imágenes infrarrojas, y todo lo que engendre señales que otra gente pueda dominar fácilmente. ¿Te sientes incómodo porque los nanómetros de células vivas te desconciertan? No tienen sentido para nadie mientras le desconcierten. Comienzan a tener sentido cuando los *nanómetros* no son más que *centímetros* en una fotografía electrónica de la célula aumentada a escala, o sea, cuando los ojos la ven a una escala y distancia familiares. Nada es extraño, infinito, gigante o lejano en estos centros que acumulan indicios; más bien ocurre lo contrario, acumulan tantos indicios para que todo se convierta en familiar, finito, cercano y manejable.

Parece extraño, en principio, sostener que el espacio y el tiempo se puedan construir localmente, pero es con todo la más común de las construcciones. El espacio está constituido por desplazamientos reversibles, y el tiempo, por irreversibles. Puesto que todo depende del desplazamiento de elementos, cada invento de un nuevo móvil inmutable dibujará un espacio-tiempo distinto.

Cuando, a finales del s. XIX, el fisiólogo francés Marey inventó el disparador fotográfico con el que se podía captar el movimiento de un hombre y transformarlo en una bella imagen visual, reconstruyó por completo esa parte del espacio-tiempo. Los fisiólogos nunca antes habían sido capaces de dominar el movimiento de un hombre corriendo, el de un caballo galopando o el de un pájaro volando, sólo disponían de cadáveres o de animales en cautiverio. El nuevo mecanismo de inscripción les llevó los objetos vivos a sus mesas de despacho, con un cambio decisivo: el flujo irreversible del tiempo se *presentaba* ahora sinópticamente ante sus ojos. Se había convertido, en efecto, en un espacio en el que, de nuevo, podían aplicarse las reglas graduadas, la geometría y la matemática elemental. Cada uno de los inventos similares de Marey lanzó a los fisiólogos a una nueva curva de acumulación.

Retomando un ejemplo anterior, mientras que los galeones portugueses desaparecieran en el curso de sus viajes, no podría dibujarse ningún espacio más allá del cabo Bojador. En cuanto empezaron a ir y venir de forma reversible, comenzó a trazarse alrededor de Lisboa un espacio que cada vez crecía más. Y, de esa forma, llegó un nuevo tiempo: antes nada ayudaba a diferenciar un año del siguiente en esta pequeña y tranquila ciudad situada en la otra punta de Europa; «nada pasaba» en ella, como si el tiempo se hubiera congelado. Pero cuando los galeones empezaron a llegar con los trofeos, los botines, el oro y las especias, «pasaron» cosas en Lisboa que transformaron la pequeña ciudad provinciana en la capital de un imperio más grande que el antiguo Imperio romano. La misma construcción de una nueva historia se experimentó, además, a lo largo de las costas de Africa, India y las Molucas; nada volvería a ser igual ahora que la nueva red de acumulación llevaba las especias a Lisboa, en vez de a El Cairo. La única forma de limitar la construcción de un nuevo espacio-tiempo, sería interrumpir el movimiento de los galeones, o sea, edificar otra red con una orientación distinta.

Consideremos otro ejemplo de esta construcción, uno que sea menos ampuloso que el de la expansión portuguesa. Cuando el profesor Bijker y sus colegas entran en el Delft Hydraulics Laboratory, en los Países Bajos, están preocupados por la forma que debería tener un nuevo dique que se va a construir en el puerto de Rotterdam, el mayor del mundo. Su problema es equilibrar el agua dulce de los ríos con la del mar. Existen tantos diques que limitan el desagüe de los ríos que la sal, peligrosa para los preciosos cultivos de flores, está penetrando tierra adentro cada vez más. ¿Afectará el nuevo dique al nivel de sal del agua dulce? ¿Cómo se puede saber eso de antemano? El profesor Bijker tiene una respuesta radical a esta pregunta. Los ingenieros construyen un dique, miden la afluencia de sal y agua dulce durante unos cuantos años, bajo distintas condiciones climáticas y con distintos niveles de marea; luego destruyen el dique y construyen otro nuevo, comienzan a realizar otra vez las mediciones, y así sucesivamente una docena de veces, hasta que hayan restringido, en la medida de lo posible, la entrada de agua de mar. Al cabo de 20 años y muchos millones de florines, Delft Hydraulics Laboratory podrá decir, con gran exactitud, a la dirección del puerto de Rotterdam, qué forma deberá tener el dique. ¿Van a esperar realmente 20 años los directivos del puerto? ¿Se van a gastar millones de florines en la construcción y destrucción de muelles, bloqueando de ese modo el tráfico de un puerto tan concurrido?

No necesitan hacerlo porque los años, los ríos, la cantidad de florines, los muelles y las mareas, se han *reducido a escala* en un enorme garaje que el profesor Nijker, cual si de un moderno Gulliver se tratase, puede atravesar dando unos pocos pasos. Delft Hydraulics Laboratory ha encontrado el modo de volver móvil al puerto, ignorando las características que se consideran irrelevantes, como las casas y las personas, y estableciendo conexiones bidireccionales estables entre algunos elementos del *modelo a escala* y los correspondientes del puerto a escala real, como la anchura

del canal, la fuerza de las corrientes y la duración de las mareas. Otras características que no pueden reducirse a escala, como el agua misma o la arena, se transfieren simplemente del mar y de los ríos a las dársenas de escayola. Cada dos metros se han instalado captadores y sensores, conectados todos ellos a un gran ordenador central que anota, en papel milimetrado, la cantidad de sal y de agua fresca presentes en cada parte del puerto liliputiense. Se establecen conexiones bidireccionales entre esos sensores y los que, en número mucho menor pero de mayor tamaño y coste, se han instalado en el puerto a escala real. Como el modelo a escala sigue siendo demasiado grande como para contemplarlo globalmente, se han situado videocámaras que permiten comprobar, desde una sala de control, si las mareas diseñadas, la máquina que produce el oleaje y las distintas esclusas funcionan correctamente. Luego, el gigante profesor Bijker toma un modelo de escayola del nuevo dique, lo coloca en su sitio y lanza una primera serie de mareas cuya duración se ha reducido a 20 minutos; cuando termina, lo cambia por otro y continúa.

Con toda seguridad ha tenido lugar otra «revolución copernicana». No hay demasiadas formas de dominar una situación. O la dominas físicamente, o te haces con un montón de aliados importantes, o bien tratas de estar allí antes que nadie. ¿Cómo se puede conseguir esto? Simplemente invirtiendo el flujo del tiempo. El profesor Bijker y sus colegas *controlan* el problema, lo *dominan* mucho más fácilmente que los directivos del puerto, que están allí fuera, bajo la lluvia, insignificantes en medio del paisaje. Cualquier cosa que pueda ocurrir en el espacio-tiempo a escala real, los ingenieros *ya* la habrán *previsto*. Lentamente habrán llegado a explorar todas las posibilidades, ensayando con cada escenario a voluntad, anotando en papel los diferentes resultados. Todo ello les proporciona muchos más años de experiencia que a los otros. El orden del tiempo y el espacio ha sido reconstruido por completo. ¿Hablan con más autoridad y seguridad que los trabajadores que construyen el dique real? Claro, naturalmente, puesto que ya han cometido todos los posibles errores y equivocaciones, a salvo en el interior del edificio de Delft, consumiendo en el proceso únicamente escayola y unos cuantos sueldos, e inundando por descuido, no a millones de trabajadores neerlandeses, sino unos cuantos metros del suelo de hormigón. A pesar de lo sorprendente que sea la superioridad conseguida por el profesor Bijker sobre los directivos, arquitectos y albañiles respecto a la forma del dique, no es más sobrenatural que la de Marey, los portugueses o el astrónomo. Depende sencillamente de la posibilidad de construir un espacio-tiempo distinto.

Ahora ya tenemos una idea mucho más clara de lo que significa seguir a los científicos e ingenieros en acción. Sabemos que no se trasladan «a todas partes», como si existiese una gran línea divisoria entre el saber universal de los occidentales y el saber local del resto, sino que, en lugar de ello, viajan dentro de estrechas y frágiles redes, parecidas a las galerías que las termitas construyen para comunicar sus hormigueros con los lugares de aprovisionamiento. En el interior de esas redes logran que indicios de todo tipo circulen mejor, aumentando su movilidad, su velocidad, su exactitud y su capacidad de combinarse entre sí. Sabemos, además, que tales redes no se construyen con material homogéneo, sino que, por el contrario, requieren el entrelazado de multitud de elementos diferentes, que convierte en un sin sentido la cuestión acerca de si son «científicos», «técnicos», «económicos», «políticos» o «administrativos». Por último, sabemos que el resultado de construir, extender y mantener dichas redes es la acción a distancia, o sea, hacer cosas en los centros que permitan, a veces, dominar tanto espacial como cronológicamente la periferia. Ahora que hemos esbozado la capacidad general de estas redes de actuar a distancia, y que hemos descrito la movilización y acumulación de indicios, hay que abordar dos cuestiones más: qué se hace *en* los centros y *sobre* los indicios acumulados para proporcionar a los que allí residen una ventaja definitiva (parte B); y qué se hace para mantener la existencia de las redes con objeto de que los beneficios obtenidos en los centros tengan algo que ver con lo que ocurre a distancia (parte C).

B. CENTROS DE CÁLCULO

Después de haber seguido la pista de las expediciones, colecciones e investigaciones, y de haber observado el establecimiento de nuevos observatorios, de nuevos mecanismos de inscripción y de nuevos sondeos, volvemos ahora a los centros en los que esos ciclos dieron comienzo; dentro de ellos, los científicos e ingenieros acumulan y utilizan especímenes, mapas, diagramas, registros, cuestionarios y formularios de todo tipo, para reforzar la calidad de las pruebas; un dominio entra en el «camino seguro de la ciencia» cuando sus portavoces tienen muchos aliados de su parte. El insignificante número de científicos queda más que compensado por la gran cantidad de recursos que son capaces de reunir. Los geólogos pueden ahora emplear, en su nombre, no sólo unas cuantas rocas y unas pocas acuarelas de paisajes exóticos, sino cientos de metros cuadrados de mapas geológicos de diferentes partes de la Tierra. Ahora, cuando una bióloga molecular habla de mutaciones en el maíz, puede tener a su lado no sólo unas cuantas panochas, sino varios libros de protocolo llenos de miles de resultados de hibridación. Ahora, los directores de la oficina del censo tienen sobre sus despachos no sólo recortes de periódico con opiniones acerca de lo grande y rico que es su país, sino un gran número de estadísticas extraídas de cada pueblo, que clasifican a sus habitantes según la edad, sexo, raza y estado de salud. De la misma forma, en el caso de los astrónomos, una cadena de radiotelescopios que funcionen conjuntamente transforma la Tierra entera en una antena única que envía, a través de catálogos computerizados, miles de fuentes de radiación a sus oficinas. Cada vez que se acopla un instrumento a algo, se produce un gran número de inscripciones que inclinan una vez más la *balanza* al forzar al mundo a venir a los centros, como mínimo sobre el papel. La movilización de todo lo que se pueda inscribir y trasladar es el producto de la tecnociencia y debe tenerse en cuenta si queremos entender lo que ocurre en los centros.

1. SUJETAR CON FUERZA A TODOS LOS ALIADOS

Cuando nos introducimos en los numerosos lugares donde se reúnen los indicios estables y móviles, el primer problema que se nos plantea es cómo *deshacernos de ellos*. No se trata de una paradoja, es simplemente el resultado de la creación de instrumentos. Todo viaje de exploración, toda expedición, toda nueva imprenta, toda noche de observación del firmamento y toda nueva encuesta, contribuirá a la generación de miles de cajas de especímenes o miles de hojas de papel. Recordemos que los pocos hombres y mujeres que trabajan en los museos de historia natural, en los centros de estudios geológicos, en las oficinas del censo o en otros laboratorios, no poseen cerebros especialmente desarrollados. En cuanto el número o la escala de los objetos a manejar aumenta, se pierden como cualquier otra persona. El éxito mismo de la movilización, la calidad misma de los instrumentos, tienen como primera consecuencia que se ahoguen en un torrente de inscripciones y especímenes. De por sí, la movilización de recursos no garantiza la victoria; al contrario, un geólogo rodeado de miles de cajones llenos de fósiles sin etiquetar, no está en mejor situación para dominar la Tierra que cuando se encontraba en la Patagonia o en Chile. El

diluvio de inscripciones que cae sobre los investigadores es, por así decirlo, la venganza del mundo que se ha movilizado. «Que la Tierra venga a mí, en lugar de ir yo a la Tierra», dice el geólogo que empieza una revolución copernicana. «Muy bien», responde la Tierra, «¡aquí me tienes!». El resultado es una confusión absoluta en los sótanos del edificio del centro de estudios geológicos.

Debido a esta situación, hay que llevar a cabo dentro los centros un trabajo *adicional* para extraer las inscripciones e invertir una vez más la relación de fuerzas. Más arriba he definido la estabilidad de los indicios como la posibilidad de llevarlos o traerlos del centro a la periferia; esta característica es esencial cuando nos trasladamos de los indicios primarios a los de segundo nivel, que posibilitan la manipulación de los primeros.

a) Resolver algunos problemas logísticos

Por ejemplo, el director del censo no puede enfrentarse de golpe a los 100 millones de cuestionarios traídos por los encuestadores. No vería más que montones de papel (y, para empezar, sería incapaz de saber cuántos cuestionarios hay). Una solución es hacer a los cuestionarios lo mismo que los cuestionarios han hecho a las personas, es decir, extraer de ellos ciertos elementos y colocarlos en otro formulario más móvil y más combinable. La tarea de colocar marcas de lápiz en las filas y columnas es humilde pero vital; en realidad, se trata de la misma operación mediante la cual se transformó lo que las personas decían, en recuadros dentro de un cuestionario, o mediante la cual Lapérouse transformó la isla de Sakhalin en latitudes y longitudes de un mapa.

En todos los casos se soluciona parcialmente el mismo problema: cómo mantener cerca de ti a aquellos que te proporcionan la información, aun cuando se encuentren muy lejos. No puedes traer a todas las personas a la oficina del censo, pero sí puedes traer los cuestionarios; no puedes enseñar todos los cuestionarios a la vez, pero puedes mostrar un resumen en el que cada respuesta se represente con una marca en una columna para el sexo, otra para la edad, etc. Pero entonces, si los resúmenes están bien hechos, se plantea un nuevo problema: habrán demasiadas marcas en demasiadas columnas, como para que incluso la mente más dotada pueda abarcarlas de una sola vez. De ese modo estarás de nuevo inundado de formularios, como te ocurrió con los cuestionarios y, antes, con las personas. Se necesita un tercer tipo de formulario para registrar, ya no las marcas, sino los *totales* al final de cada fila o columna. Los *números* son una de las muchas formas existentes, de recapitular, resumir, totalizar (tal como indica el sustantivo «total») y reunir elementos que, no obstante, no están allí. La expresión «1 456 239 bebés» no se compone de bebés que lloran, del mismo modo que la palabra «perro» no es un perro que ladre. A pesar de todo, cuando concuerda con el censo, esa expresión establece *ciertas* relaciones entre la oficina de los demógrafos y los bebés que lloran en el país.

Sin embargo, la inundación va a mudarse a otro lugar de la oficina del censo, puesto que se han extraído demasiadas sumas totales a partir de los miles de marcas en las columnas, o de los agujeros de las tarjetas perforadas. Se tiene que idear un cuarto tipo de inscripciones (por ejemplo: porcentajes, gráficos normales o en forma de tarta), para sacarse nuevamente de encima los totales y emplearlos de una forma presentable, que aún retenga algunas de sus características. Esta cascada de niveles de inscripción (cuarto, quinto, ..., *n-ésimo*, ...) nunca se detendrá, especialmente si la población, los ordenadores, los oficios de demógrafo, estadístico y economista, y la oficina del censo, crecen juntos. En todos los casos, la inscripción *n-ésima* *representará* a los formularios de nivel *n-1*, del mismo modo que estos *representan*, a su vez, al nivel inmediatamente inferior. Sabemos por los capítulos anteriores que esas traducciones y representaciones pueden discutirse, pero esa no es la cuestión que aquí nos ocupa; lo que ahora nos importa es que, en caso de disputa, otras sumas totales, códigos, indicadores, metros y fichas, permitirán que los disidentes puedan ir desde el nivel *n-ésimo* de la inscripción final, a los cuestionarios que se guardan en los archivos y, desde estos, a las personas del país. O sea, se habrán establecido ciertas relaciones bidireccionales entre el despacho del director y las personas que, suponiendo que no surjan disidentes, le permitirán intervenir en las controversias como si hablase en nombre de millones de aliados, bien ordenados y cuidadosamente expuestos.

Este ejemplo basta para definir el trabajo adicional necesario para transformar las inscripciones. ¿Cómo deberíamos denominarlo? Podríamos decir que la tarea consiste en hacer que la multitud actúe de forma unitaria, establecer redes mayores, simplificar aún más las inscripciones, construir una cascada de representantes sucesivos, «puntualizar» una multitud de indicios o emplear elementos que, al mismo tiempo, se mantienen a distancia. Sea cual sea el nombre que le demos, su estructura general es fácil de entender: el personal en el interior de los centros se dedica a construir elementos con determinadas propiedades responsables de que, al adquirir los elementos finales, también, de alguna forma, se adquieran los demás, y así se construyen en realidad *centros dentro de los centros*.

Un nuevo ejemplo dará una idea más precisa de ese trabajo adicional, que no debe separarse del resto de la construcción de la red. Cuando en 1860 los químicos europeos organizaron en Karlsruhe su primer congreso internacional, se encontraban en un estado de confusión similar al que he apuntado más arriba porque cada nueva escuela de química y cada nuevo instrumento producía nuevos elementos y cientos de reacciones químicas nuevas.[8] Lavoisier había enumerado 33 sustancias simples, pero con la introducción de la electrólisis y la espectroscopia, la lista aumentó a 70 en la época en que se celebraba el congreso. Obviamente, la cascada de transformaciones ya estaba en marcha; cada nueva sustancia había sido bautizada y etiquetada con un número común (el peso atómico, estandarizado en el congreso de Karlsruhe), lo cual permitía a los químicos elaborar listas de sustancias y ordenarlas de múltiples maneras; pero eso no era suficiente para dominar la multiplicidad de las reacciones. Debido a ello, los cursos introductorios a la química recientemente profesionalizada consistían en largas y, en gran medida, caóticas listas de reacciones. Para remediar esta confusión, docenas de químicos se ocupaban, simultáneamente, de clasificar las sustancias químicas, o sea, diseñar un tipo de tablas con columnas concebidas para que, considerándolas de forma sinóptica, la química pudiera ser aprehendida, de la misma manera en que se podía contemplar la Tierra en un mapa o una nación a través de estadísticas. Mendeleev, al que se había pedido que escribiese un libro de texto de química, era uno de ellos. Creyendo que era posible encontrar una clasificación real y no hacer meramente una colección de sellos, distinguió entre «sustancia» y «elemento». Escribió todos los elementos en tarjetas y las barajó como si hiciese un solitario, intentando encontrar algún patrón recurrente.

No hay ningún motivo para dejar de seguir a los científicos, simplemente porque manejen lápiz y papel, en lugar de trabajar en un laboratorio o de viajar por el mundo. La construcción del *n-ésimo* formulario no difiere de la del *n-1*, aunque a veces sea más difícil de detectar y haya sido menos estudiada. La dificultad de este nuevo solitario inventado por Mendeleev no estriba en la búsqueda de un patrón, entre las líneas y columnas, que incluya todos los elementos (los demás ya lo habían intentado antes); la dificultad está en decidir, en aquellos casos en los que no encajen

los elementos, o cuando no haya ningún elemento para rellenar uno de los huecos, si la tabla elegida debe descartarse o si los elementos que faltan se encontrarán en otro lugar o se descubrirán en el futuro. Después de contraponer muchas tablas distintas y numerosos contraejemplos, Mendeleev llegó, en marzo de 1869, a un arreglo que le satisfizo: una tabla que clasificaba los elementos por su peso atómico y los ordenaba verticalmente según sus valencias, y que requería únicamente el desplazamiento de algunos elementos y el descubrimiento de otros. Cada nuevo elemento se sitúa ahora, dentro del formulario, en la intersección de una longitud con una latitud; aquellos que se encuentran en la misma línea horizontal tienen un peso atómico similar, pero propiedades químicas muy distintas; los que están situados en la misma línea vertical tienen propiedades parecidas aunque vayan alejándose en cuanto a su peso atómico. Se ha creado pues, localmente, un nuevo espacio: se construyen nuevas relaciones de distancia y proximidad, nuevas vecindades y nuevas familias: aparece una periodicidad (de ahí el nombre de la tabla), invisible hasta entonces en el caos de la química.

Siempre que unos indicios se traducen a otro se *gana* algo. Luis XVI, en Versalles, puede *hacer* cosas gracias al mapa (por ejemplo establecer fronteras para la repartición del Pacífico), que ni los chinos ni Lapérouse podían hacer; el profesor Bitjer puede familiarizarse con el futuro del puerto de Rotterdam (comprobando, por ejemplo, su resistencia a una subida de nivel del mar del Norte) *antes* que los directivos, los marineros y el mar del Norte; en la curva final que resume el censo los demógrafos pueden *ver* cosas (por ejemplo, pirámides de edad), que ningún encuestador, ningún político ni ninguno de los ciudadanos entrevistados, pudieron ver antes; Mendeleev puede conseguir, de antemano, cierta *familiaridad* con una casilla vacía de su tabla antes que las mismas personas que descubran el elemento que falta (como el galio, que Lecoq de Boisbaudran colocó en la casilla que había quedado vacante en la tabla con el nombre de eka-aluminio).[9]

Es importante que hagamos justicia al ingenio que revela ese trabajo adicional que tiene lugar en los centros, sin sobrevalorarlo y sin olvidar que es solamente eso: trabajo *adicional*, un ligero aumento en alguna de las tres características de las inscripciones: la movilidad, la estabilidad y la combinabilidad. En primer lugar, lo que se consigue no siempre compensa las pérdidas ocasionadas por la traducción de una forma a otra (véase parte C): disponer del mapa en Versalles no protege las posesiones de Luis XVI, ni impide que las ocupen los británicos; no hay ninguna garantía de que, durante el próximo siglo, el puerto de Rotterdam se comporte como lo hicieron los casos probados en el modelo a escala de Delft; prever en la oficina del censo un aumento en la tasa de natalidad, no es exactamente lo mismo que concebir más niños; por lo que respecta a la tabla de Mendeleev, muy pronto iba a dar al traste con ella el surgimiento de los monstruos químicos radioactivos que no podían colocarse en ningún sitio. En segundo lugar, cuando se consigue algo no debe verse como resultado de un poder sobrenatural, traído a los científicos por un ángel venido del cielo. Lo que se consigue se encuentra *en* el formulario mismo. Por ejemplo, el valor añadido que proporciona el mapa reside *en* la superficie plana del papel, que puede dominarse visualmente, con facilidad, y en la que se pueden dibujar, reunir, sobreimponer e inscribir muchos elementos distintos. Se ha calculado que hacer un mapa de Inglaterra que contenga 200 ciudades (o sea, utilizando 400 longitudes y latitudes) permite trazar 20 000 itinerarios distintos de una ciudad a otra (¡se consigue así una ganancia de 50 a 1!).[10] Análogamente, Mendeleev obtiene las casillas vacías de la tabla, *mediante* un modelo geométrico de filas y columnas. El éxito que tiene al anticipar la existencia de elementos desconocidos que hayan de rellenar las casillas es, sin duda, impresionante. Lo que también es extraordinario es cómo se han recogido reacciones químicas efectuadas en recipientes y alambiques de toda Europa para apoyar, mediante la cascada de traducciones, un sencillo modelo de filas y columnas. En otras palabras, lo que debemos estudiar es la *logística* de los móviles inmutables, no lo que parece un milagroso suplemento de fuerza que los científicos consiguen reflexionando con tenacidad en sus despachos.

b) Calcular, por fin...

En los centros, la logística requiere la movilización rápida del mayor número posible de elementos y su máxima fusión. Números, totales, gráficos, tablas y listas son algunos de los instrumentos que hacen posible el tratamiento adicional de las inscripciones. Existen algunos más a los que se ha prestado demasiada, y a la vez escasa, atención. Demasiada porque son objetos de culto; escasa porque muy pocos los han estudiado de manera desapasionada. En consecuencia, no existe un gran volumen de literatura empírica en el que poder confiar para que guíe nuestro viaje, como hicimos en los otros capítulos. Cuando llegamos al reino de los cálculos y las teorías, nos quedamos con las manos casi vacías. Debo confesar que lo que queda de esta parte II es un programa de investigación, más que un cúmulo de resultados; hay en ello más tenacidad que recursos.

El riesgo que conlleva la cascada que he presentado más arriba, es el de acabar disponiendo sólo de unos cuantos números manejables pero sin significado, insuficientes de cualquier modo en caso de que se produzca una controversia, puesto que, en realidad, los aliados ya habrán desertado. Los centros habrán terminado con pérdidas netas, en vez de completar el proceso de capitalización. Lo ideal sería retener el máximo posible de elementos, y ser capaz, aún así, de manipularlos. Las estadísticas son un buen ejemplo de mecanismo que resuelve simultáneamente los dos problemas. Por ejemplo, si le doy al director del censo el crecimiento *medio* de la población del país, le interesará, pero al mismo tiempo se sentirá defraudado, puesto que en el proceso se habrá perdido la dispersión (se puede obtener la misma media con pocas familias de ocho hijos que con muchas de dos hijos y medio). Se ha simplificado tanto que el director sólo recibe una versión empobrecida del censo. Si se inventa un nuevo cálculo que mantenga tanto la media como la dispersión, a través de las distintas simplificaciones, se habrá resuelto parte del problema. La *varianza* es uno de los mecanismos que también soluciona los principales problemas de las inscripciones: la movilidad, la combinabilidad y la fidelidad. Lo mismo ocurre con el muestreo. ¿Cuál es la mínima muestra que me permite representar el máximo número de características? La estadística, como su propio nombre e historia indican, es la ciencia por excelencia de los portavoces y de los estadistas.[11]

Tomemos otro ejemplo, el trabajo de Reynolds, ingeniero británico especializado en mecánica de fluidos que, a principios de siglo, estudió el complejo problema de las turbulencias.[12] ¿Cómo se pueden *relacionar* los muchos ejemplos de turbulencias que se observan en los modelos a escala, o a lo largo de los ríos? Esos casos particulares están ya recapitulados en enunciados del tipo «cuanto más...más», «cuanto más...menos». Cuanto más rápido sea el flujo, mayor es la turbulencia; cuanto mayor sea el obstáculo con el que choca el flujo, mayor será la turbulencia; cuanto más denso sea el fluido, menos propenso será a las turbulencias; y, por último, cuanto más viscoso sea un fluido, menos turbulencias se producirán (el aceite rodea suavemente un obstáculo que en el agua habría causado remolinos). ¿Se pueden entrelazar más firmemente estos enunciados en una inscripción $n+1$? En lugar de poner marcas en las casillas de una tabla, vamos a asignar una letra a cada palabra relevante, y

sustituiremos los comparativos «más» y «menos» por el producto y división. El nuevo resumen tiene la siguiente estructura:

T (turbulencia) es proporcional a V (velocidad)
T es proporcional a L (longitud del obstáculo)
T es proporcional a D (densidad)
T es inversamente proporcional a I (viscosidad), o T 1/I

La nueva traducción no parece añadir mucho; sólo que ahora puede exponerse sinópticamente de forma aún más reducida:

T (está relacionada con) VLD/I

Todavía no hay ninguna ganancia espectacular; el nuevo resumen únicamente dice que existen relaciones estrechas entre esos elementos, e indica aproximadamente de qué tipo son. Después de jugar un rato con las cifras para que las unidades se eliminasen entre sí y se produjera una cantidad sin dimensión, Reynolds llegó a la nueva fórmula:

R = VLD/I

¿Se gana algo adoptando la fórmula de Reynolds, o no se trata más que de un resumen abreviado de todos los casos particulares? Como en la tabla de Mendeleev y en las reescrituras analizadas a lo largo de esta sección, sí que se consigue algo, puesto que cada traducción reagrupa las conexiones entre los elementos (creando de ese modo un nuevo espacio-tiempo). Situaciones que parecían tan lejanas, como un pequeño riachuelo fluyendo contra una piedra, un gran río detenido por una presa, una hoja cayendo en el aire o un cuerpo que nada en melaza, pueden producir turbulencias del mismo tipo si tienen el «mismo Reynolds» (como ahora se llama). R es ahora un *coeficiente* que puede clasificar todas las turbulencias posibles, bien sean galaxias en el firmamento o nudos en un árbol, y de hecho, como nos recuerda el término «coeficiente», hace que todas las turbulencias actúen de la misma forma en el laboratorio del físico. Más aún, el número de Reynolds permite al profesor Bitjer en su laboratorio, o a un ingeniero aeronáutico en un túnel de viento, decidir cómo hacer un modelo a escala de una situación dada. Mientras el modelo a escala conserve el mismo Reynolds que la situación a escala real, podremos trabajar en el modelo aunque «tenga un aspecto» completamente distinto. Tanto las diferencias y las similitudes como los tipos de inscripciones a los que hay que dar *más* crédito, se recombinan.

Aunque esta sea, en efecto, una ventaja decisiva proporcionada por lo que, oportunamente, se llama una *ecuación* (porque enlaza cosas diferentes entre sí y las hace equivalentes), no debe exagerarse. En primer lugar, una ecuación no posee una naturaleza diferente a la del resto de instrumentos que permiten reunir, movilizar, ordenar y exponer los elementos; no se diferencia de una mesa, un cuestionario, una lista, un gráfico o una colección; es, simplemente, como el punto final de una cascada, un medio de acelerar aún más la movilidad de los indicios; en realidad, las ecuaciones son *subconjuntos de traducciones* y deberían estudiarse de idéntica forma que el resto de traducciones. En segundo lugar, no pueden separarse de la construcción total de la red, pues no son más que una pequeña parte de ella; por ejemplo, el número de Reynolds permite que los científicos vayan de un modelo a escala a otro, y que se trasladen con rapidez de un caso de turbulencia a otro que se encuentre muy alejado en el espacio y el tiempo; muy bien, pero sólo funciona mientras haya centeranes de ingenieros hidráulicos trabajando en el tema de las turbulencias (y ellos, a su vez, trabajan en los modelos a escala debido a que sus laboratorios han podido involucrarse en la construcción de puertos, presas, conductos, aviones, etc.). Sólo cuando las redes ya están en su sitio, el número de Reynolds puede representar una diferencia. Haciendo una metáfora, desempeña el mismo papel que una *placa giratoria* en el viejo sistema ferroviario; es importante, pero la totalidad del sistema no puede reducirse a él, puesto que adquiere un papel tan importante *debido a, y durante*, la movilización (las placas giratorias, por ejemplo, quedaron obsoletas cuando la tracción eléctrica permitió a las locomotoras ir en ambos sentidos).

Las ecuaciones no sólo son útiles para aumentar la movilidad de los indicios movilizados, también sirvén para fortalecer su combinabilidad y transformar a los centros en lo que llamaré centros de cálculo. Edison construyó uno de ellos en Menlo Park, donde a finales de la década de 1870, se inventó la famosa lámpara incandescente.[13] Gracias a los cuadernos de notas de Edison es posible, no sólo reconstruir su estrategia o estudiar la configuración de su laboratorio, sino, además, observar su trabajo con papel y lápiz en el nivel *n-ésimo* de inscripciones. Ni en la historia del rey Juan (véase parte A) ni en ningún otro caso debe separarse el trabajo del «intelectual», de la construcción de redes en la que Edison, por ejemplo, se halla comprometido. Su estrategia consiste en sustituir las compañías de gas por su propia compañía, lo cual significa elaborar un sistema completo de producción y distribución de electricidad que llegue a todos lados, y que suponga para el consumidor el mismo coste que el del gas. En 1878, Edison ya trabajaba en los más clásicos de todos los cálculos: contabilidad y economía básica. ¿Cuánto costaría su proyecto teniendo en cuenta el precio de las máquinas de vapor, de las dinamos, de los ingenieros, de los seguros, del cobre, etc.? Uno de los resultados de su primera estimación mostraba que el elemento más caro era el cobre necesario para los conductores. El precio del cobre era tan alto que, de antemano, impedía que la electricidad compitiese con el gas. Algo había que hacer, pues, con el cobre.

Ahora viene la principal ventaja logística de anotar las inscripciones en forma de ecuación. Para calcular cuánto cobre necesitaba, Edison no sólo utilizó la contabilidad, sino una de las ecuaciones de Joule (una ecuación obtenida tiempo atrás, mediante un proceso similar al que esbocé en el caso de Reynolds): la pérdida de energía es igual al cuadrado de la intensidad multiplicado por la longitud del conductor, por una constante, y dividido todo por la sección transversal del conductor.

¿Qué relación hay entre la física y la economía? Ninguna, si se examina el laboratorio de Joule por un lado, y la maquinaria física por otro. Sin embargo, en el cuaderno de notas de Edison, ambas se mezclan progresivamente, formando un tejido sin costuras, porque las dos se escriben más o menos del mismo modo, y se muestran sinópticamente ante sus ojos. Las ecuaciones *dan cohesión* a la red de asociaciones en la que Edison trabaja. Manipulando las ecuaciones, consigue enunciados como: cuanto más se aumente la sección transversal para reducir la pérdida en la distribución, más cobre se necesitará. ¿Esto es física, economía o tecnología? No importa, es una sencilla red que traduce la pregunta «cómo reducir el precio del cobre» a «cómo jugar con las ecuaciones de la física». Edison se encuentra rodeado ahora por un conjunto de constricciones; trata de averiguar cuál es más fuerte y cuál más débil (véase capítulo 5). El precio para el consumidor tiene que ser igual al del gas, he aquí un requisito ineludible; también lo son el precio actual del cobre en el mercado, la ley de Joule y la ley de Ohm, que define la resistencia como el voltaje dividido por la intensidad:

Resistencia = Voltaje/Intensidad

Obviamente, si se pudiera reducir la intensidad, se reduciría igualmente la sección transversal y lo mismo ocurriría con el cobre. Pero, según la ley de Ohm, eso significaría *aumentar* la resistencia del filamento, es decir, buscar una lámpara de *alta* resistencia, cuando lo que todos estaban buscando era una lámpara de *baja* resistencia debido a la dificultad de encontrar un filamento que no se consumiese. ¿Es esta constricción tan ineludible como las demás? Edison somete a prueba entonces esta cadena de asociaciones y evalúa hasta qué punto es ineludible. La ecuación de más arriba no puede escaparse de la red en la que Edison está situado; no nos conduce repentinamente a otro mundo porque esté escrità en términos matemáticos. Por el contrario, *concentra en un punto* aquello de lo que la red está hecha y cuáles son sus puntos fuertes y débiles. Comparado con otros, la cantidad de resistencia parece ser el eslabón más débil. Tiene que ceder el paso. Sin que importe lo difícil que parezca, Edison decide que habremos de buscar una lámpara de alta resistencia *porque* es la única forma de mantener a los demás elementos en su sitio. Una vez que se ha tomado la decisión, Edison envía sus tropas a la búsqueda, mediante ensayo y error, y durante un año, de un filamento que resista sin consumirse. La lámpara incandescente de alta resistencia es el resultado final del cálculo iniciado más arriba.

Este ejemplo no muestra únicamente cómo dominios ajenos pueden combinarse y recogerse para darse apoyo mutuo, una vez que ya tienen la forma común del cálculo. Revela además la ventaja definitiva y más importante de las ecuaciones. Desde el comienzo de este libro he mostrado, constantemente, cómo los científicos y los ingenieros movilizan un gran número de aliados, evalúan su fortaleza relativa, invierten la relación de fuerzas, someten a prueba las asociaciones débiles y las sólidas, y entrelazan los hechos y los mecanismos. En realidad no he sustituido cada división tradicional por una distinción relativa entre asociaciones más o menos sólidas. Estamos cerca del final de nuestro largo viaje porque las ecuaciones producidas en el extremo final del proceso de capitalización constituyen literalmente el *resumen* de todas esas movilizaciones, pruebas y lazos. Nos dicen qué se asocia con qué, y definen la naturaleza de la relación; finalmente, expresan a menudo una medida de la resistencia que toda asociación tiene a la ruptura. Obviamente, es por completo imposible entenderlas sin tener en cuenta el proceso de movilización (por ello no hablé antes de ellas); son, no obstante, el verdadero corazón de las redes científicas, y es más importante observarlas, estudiarlas e interpretarlas a ellas, que no a los hechos o las máquinas, porque los *reúnen* a todos en los centros de cálculo.

2. ¿QUÉ ES (QUÉ PASA CON) EL FORMALISMO?

Al seguir la cascada de inscripciones reunidas por los científicos, hemos llegado al punto que debería resultar el más fácil de nuestro viaje, puesto que ahora tendríamos que poder recoger las ventajas de nuestro trabajo anterior acerca de las asociaciones más o menos sólidas. Desafortunadamente, es también la parte que ha sido, de alguna forma, oscurecida por los investigadores previos, lo cual significa que aún hemos de tener mucho cuidado al definir nuestro objeto de estudio y al determinar a quién debemos seguir. Hasta ahora se han usado dos términos confusos para explicar lo que ocurre en los centros de cálculo: abstracción y teoría. Examinemos su significado.

a) Eliminar las «teorías abstractas»

En las cascadas que analizamos en la sección anterior, siempre nos movimos de una actividad práctica y localizada a otra; naturalmente, cada paso en la traducción simplificaba, puntualizaba y resumía el nivel inmediatamente anterior. Pero esta actividad de representación.[14] de los apoyos era, de hecho, muy concreta; requería trozos de papel, laboratorios, instrumentos, totales, tablas y ecuaciones; se imponía, sobre todo, por las necesidades de movilización y de acción a distancia, y nunca abandonaba las estrechas redes que la hacían posible. Si por «abstracción» entendemos el proceso mediante el cual cada nivel extrae elementos del anterior, con objeto de reunir en un mismo lugar tantos recursos como sea posible, fantástico, habremos estudiado entonces (y seguiremos estudiando) el proceso de abstracción, de la misma manera que analizaríamos una refinería en la que el petróleo crudo se transformase en aceites cada vez más puros. Pero, ¡ay de nosotros!, el significado de la palabra «abstracción» se ha trasladado del *producto* (inscripciones de *n-ésimo* nivel), no sólo al *proceso*, sino también a la *mente del productor*. Se deduce de ello que los científicos en los centros de cálculo piensan «abstractamente» o, como mínimo, más abstractamente que los demás. Se dirá pues que Lapérouse operó de forma más abstracta que los chinos al manejar longitudes y latitudes, y que Mendeleev pensó de forma más abstracta que los químicos empíricos al barajar sus tarjetas. Aunque esta expresión tiene tanto sentido como decir que una refinería de petróleo refina petróleo «refinadamente» es, sin embargo, suficiente para liar todo el asunto. La tarea concreta de elaborar abstracciones se puede estudiar perfectamente; sin embargo, si se convierte en un hecho misterioso que tiene lugar en la mente, entonces mejor olvidarlo, nadie podrá nunca acceder a él. Esta confusión entre el producto refinado y la labor concreta de refinamiento es fácil de clarificar si usamos el sustantivo «abstracción», y nunca su forma adjetiva o adverbial.

Sin embargo, esta sencilla medida de higiene se hace más difícil de aplicar debido al culto a las «teorías». Si por «teoría» entendemos una encrucijada que permite a los centros movilizar, manipular, combinar, reescribir y entrelazar todos los indicios obtenidos mediante las redes, en ese caso podremos estudiar por entero las teorías. Como ya dije, son centros dentro de los centros que proporcionan una mayor aceleración a la movilidad y combinabilidad de las inscripciones. Analizarlas no debería ser más difícil que entender el papel de los cruces en trébol del sistema estadounidense de carreteras, o la función de los intercambios telefónicos digitales al observar la red de Bell. Si la movilización aumenta a escala, entonces, necesariamente, los productos que se encuentren en la intersección de todas las redes deben reforzarse. Cualquier innovación en esas intersecciones proporcionará una ventaja decisiva a los centros.

Esta situación se altera si se cambia el significado del término «teoría», y este se convierte en un adjetivo o un adverbio (se dice de alguien, que se ocupa de temas más «teóricos» o que piensa «teóricamente»), pero es aún mucho peor cuando las «teorías» se transforman en objetos «abstractos» separados de los elementos que entrelazan. Algo así ocurre, por ejemplo, cuando se desconecta el trabajo de Mercator en encontrar una nueva proyección geométrica para los mapas de navegación de los viajes de los navegantes; o si separamos la tabla de Mendeleev de los muchos elementos descubiertos por los químicos, que trató de conectar en un todo coherente; o si se separa el número de Reynolds de las turbulencias experimentales que intentaba clasificar con un coeficiente único. Tan pronto como se establece una línea divisoria entre las teorías y lo que *teorizan*, la cima de la tecnociencia se cubre inmediatamente de niebla. Las teorías, convertidas ahora en objetos abstractos y autónomos, flotan

como platillos volantes sobre el resto de la ciencia que, por oposición, se convierte en «experimental» o «empírica».[15]

Pero lo peor no es eso. A veces ocurre que esas teorías abstractas, independientes de cualquier objeto, se relacionan, a pesar de todo, con lo que ocurre allí abajo en la ciencia empírica: ¡debe tratarse de un *milagro*! Un milagro parecido al de ver cómo un cruce en trébol ¡encaja *precisamente* con las carreteras cuyo tráfico redistribuye! Resulta gracioso ver cómo los racionalistas manifiestan su admiración por un milagro de ese tipo, mientras se mofan de los peregrinos, los salvajes y los creacionistas. Están tan cautivados por ese misterio, que les encanta decir: «La cosa menos comprensible de este mundo es que el mundo sea comprensible». Hablar de teorías y luego quedarse boquiabierto ante sus «aplicaciones» tiene tan poco sentido como hablar de grapas y no decir nada acerca de lo que unen, o como separar la malla y los nudos de una red. Hacer una historia de las «teorías» científicas sería tan absurdo como llevar a cabo una historia de los martillos sin tener en cuenta los clavos, los tablones, las casas, los carpinteros y los que se alojan en las casas; o una historia de los cheques sin referirse al sistema bancario. Sin embargo, en sí misma, la creencia en la teoría no impresionaría demasiado si no fuera porque va reforzada con los juicios sobre responsabilidad que aprendimos a analizar en los capítulos 3 y 4. Como el lector recordará, el resultado de esos juicios era hacer responsables de todo el mecanismo a los científicos situados al final del proceso de movilización. Cuando los dos procesos se funden, no obtenemos únicamente la afirmación de que los científicos guían al mundo, sino la de que ¡las teorías de los científicos guían al mundo! La pirámide de Keops descansa ahora cabeza abajo: el mundo se vuelve muy difícil de entender.

Unos pocos preceptos de sentido común serán suficientes para colocar la pirámide de nuevo sobre su base. En primer lugar, nos abstendremos de usar las palabras «abstracción» o «teoría» como adjetivos o adverbios. En segundo lugar, nunca separaremos las abstracciones o las teorías de lo que *abstraen* o *teorizan*, lo cual significa que siempre viajaremos a través de las redes por toda su dimensión. En tercer lugar, nunca analizaremos un cálculo sin analizar antes los *centros de cálculo*. (Y, por supuesto, como ya hemos aprendido, nunca confundiremos los resultados del proceso de atribución con la lista de los que realmente lo llevaron a cabo.)

b) Por qué es tan importante la forma: la séptima regla del método

Quizá lo mejor sería suprimir definitivamente ambos términos viciados: «abtracción» y «teoría». Sin embargo, aunque sea fácil eliminarlos, y con ellos el culto que se les rinde, todavía tenemos que explicar el fenómeno al que, de forma tan tosca, apuntan.

Como vimos en el apartado 1, la construcción de los centros requiere que se traigan elementos desde muy lejos (para que los centros puedan ejercer su dominio a distancia) *sin* que se queden en ellos de forma definitiva (para impedir que se inunden). Esta paradoja se resuelve ideando inscripciones que, simultáneamente, retengan lo máximo y lo mínimo posible, aumentando su movilidad, su estabilidad o su combinabilidad. Este término medio entre lo presente y lo ausente es lo que, a menudo, se llama **información**. Cuando se dispone de cierta información, se tiene la *forma* de algo, sin la cosa misma (por ejemplo, el mapa de Sakhalin sin Sakhalin, la tabla periódica sin las reacciones químicas, el modelo del puerto de Rotterdam sin el puerto mismo, etc.). Como sabemos, las informaciones (o formas, o formularios o inscripciones, todas designan el mismo mecanismo y resuelven la misma paradoja) pueden acumularse y combinarse en los centros. Pero su acumulación genera un *subproducto* inesperado. Como la cascada de reescritura y de representación no tiene límite, se pueden conseguir formas de *n-ésimo* nivel que se hayan mezclado con otras formas de *n-ésimo* nivel, provenientes de regiones completamente distintas. Estas conexiones inesperadas explican por qué las formas son tan importantes, y por qué a los observadores de la ciencia les resultan tan conmovedoras.

En primer lugar, tenemos que resolver un pequeño misterio: ¿cómo pueden aplicarse las formas «abstractas» de la matemática al «mundo empírico»? Se han escrito muchos libros para encontrar una explicación de este «conocido hecho», pero casi nadie se ha molestado en verificar su existencia. Si se hubiera analizado la práctica científica, en seguida se habría puesto de manifiesto que tal hecho nunca ha tenido lugar. La matemática «abstracta» nunca se aplica al «mundo empírico». Lo que ocurre es algo mucho más ingenioso, mucho menos místico y mucho más interesante. En un punto de la cascada, los instrumentos empiezan a transcribir formas, por ejemplo, a papel cuadriculado. A partir del censo se obtiene, después de muchas transformaciones y de unos cuantos retoques estadísticos más, una nube de puntos que forman una línea en una gráfica. Es bastante interesante que los analistas de aminoácidos también expongan sus resultados en papel cuadriculado. Y, lo que aún es más curioso, el estudio de Galileo acerca de la caída de un cuerpo también toma la forma de un gráfico (cuando se repite en la actualidad) y tenía la forma de un triángulo en sus propios cuadernos de notas.[16] A pesar de todo, podría ser que la matemática no hubiera tenido nada que ver con familias, aminoácidos o esferas de madera que caigan sobre planos inclinados. En efecto, pero una vez que la logística, que hemos tratado más arriba, trae a las familias, aminoácidos y planos inclinados, los pone sobre un papel y les pide que se describan a sí mismos mediante formas y cifras, la matemática está muy próxima; tanto como lo están dos hojas de un libro. La adecuación de la matemática al mundo empírico es un profundo misterio. La superposición de una forma matemática en un papel a una forma matemática dibujada por la impresora de un instrumento, no es ningún misterio insondable, sino que constituye simplemente un logro nada despreciable.[17]

Si estudiásemos cómo los instrumentos de los laboratorios escriben el gran libro de la naturaleza de forma geométrica y matemática, podríamos entender por qué las formas son tan importantes. En los centros de cálculo se obtienen formularios que provienen de dominios totalmente ajenos, pero que poseen la misma forma (las mismas coordenadas cartesianas y las mismas funciones, por ejemplo). Lo cual significa que, además de las conexiones *verticales* producidas por la cascada de reescritura, se van a establecer conexiones *trasversales*. Así, cualquiera que quiera trabajar en el campo de las funciones podría, al cabo de pocos años, intervenir en balística, demografía, revolución de planetas, juegos de cartas o en cualquier cosa que se haya expuesto previamente en coordenadas cartesianas.

El crecimiento mismo de los centros conlleva la multiplicación de los instrumentos que, a su vez, hacen que la información tome, sobre el papel, una forma cada vez más matemática. Esto quiere decir que los calculadores, sean quienes sean, ocupan un lugar central en el interior de los centros porque todo debe pasar por sus manos.

Por ejemplo, una vez que se ha situado a Sakhalin en el mapa, se puede aplicar a la superficie *plana* del papel una regla graduada y un compás para calcular una posible ruta: «Si un barco llega a este punto, avistará tierra a 20 NNE, después de una ruta de 120 millas marinas siguiendo un rumbo de 350». ¿O no? Bueno, todo depende de cómo se haya dispuesto en el mapa el conjunto de marcaciones que envió Lapérouse. Del mismo modo que Lapérouse transformó lo que los chinos le habían dicho en una lista de notas compuestas de dos cifras (longitudes y latitudes),

la lista se transforma ahora en puntos de una superficie *curva* que representa la Tierra. ¿Pero cómo ir desde la curva a la superficie plana sin causar ninguna deformación? ¿Cómo mantener la información a través de todas estas transformaciones? El problema es realmente concreto y práctico, pero ni Lapérouse ni los pescadores chinos pueden solucionarlo. Es el tipo de cuestión que sólo se puede resolver en los centros por personas que trabajen en las formas de *n-ésimo* nivel, sin que importe de donde provengan. El problema anterior se traduce entonces a otro: ¿cómo proyectar una esfera en una superficie? Ya que algo se perderá en la proyección, ¿qué es lo que debo mantener? ¿Los ángulos o la superficie? La decisión de Mercator fue salvaguardar los ángulos, tan importantes para determinar las rutas de los barcos, y renunciar a la precisión en la reproducción de las superficies, que sólo interesan a los hombres en tierra firme. Lo importante es que cuando ya se ha establecido la red que, de formas distintas, entrelaza los viajes de Lapérouse y el despacho del cartógrafo, el *más mínimo cambio* en la geometría de proyección podría tener enormes consecuencias, puesto que se alteraría el flujo de formas que vienen de todo el mundo para volver luego a los navegantes. El diminuto sistema de proyección es un punto de paso obligado para la inmensa red de la geografía. Los que, como Mercator, llegan a este punto son los que triunfan.

Cuando las personas se preguntan cómo es posible que la geometría o la matemática «abstractas» puedan tener algo que ver con la «realidad», lo que están haciendo realmente es manifestar su admiración por la *posición estratégica* que han alcanzado los que, dentro de los centros, trabajan en la forma de las formas. Deberían ser los más débiles (se dice a menudo) desde el momento en que son los que están más alejados de cualquier «aplicación». Al contrario, pueden convertirse en los más fuertes, del mismo modo que los centros acaban controlando el espacio y el tiempo: diseñando redes que se entrelacen en unos cuantos puntos de paso obligados. Una vez que todos los indicios, además de haber sido escritos en papel, se han reescrito también, primero en forma geométrica y luego en forma de ecuaciones, no puede dudarse que quienes controlen la geometría y la matemática podrán intervenir donde sea. Cuanto más «abstracta» sea su teoría, más capaz será de ocupar centros dentro de los centros. Cuando Einstein se interesa por la forma en que se pueden sincronizar relojes que estén tan separados, que el observador de uno de los relojes tarde cierto tiempo en transmitir la información al del otro, no se encuentra en un mundo abstracto, está inmerso de lleno en el centro de todos los intercambios de información, atento al aspecto más material de los mecanismos de inscripción: ¿cómo sé la hora que es?, ¿cómo me aseguro de que las manecillas del reloj estén superpuestas? ¿A qué debo renunciar si deseo mantener, por encima de todo, la equivalencia entre las señales de todos los observadores, en casos en los que la velocidad, la masa y la distancia son enormes? Si los centros de cálculo desean manejar toda la información que los viajeros de los barcos les traen, necesitan a Mercator y a sus proyecciones «abstractas»; pero si lo que quieren es manejar sistemas que viajen a la velocidad de la luz, y mantener todavía la estabilidad de su información, a quien necesitan es a Einstein y a su realidad «abstracta». Renunciar a la representación clásica del espacio-tiempo no es un precio demasiado alto si el saldo es una fantástica aceleración de los indicios y un fortalecimiento de su estabilidad, fiabilidad y combinabilidad.

En el límite, si los matemáticos dejan de hablar por completo de ecuaciones y de geometría, y empiezan a considerar el «número» *per se*, los «conjuntos» en general, la «proximidad» y la «asociación», su trabajo pasará a ser más *central*, puesto que producirá una mayor concentración de lo que ocurre en los centros de cálculo. La acumulación misma de formularios de *n-ésimo* nivel hace que sea relevante cualquier forma *n+1* que pueda, al mismo tiempo, salvaguardar las características y explicar la cosa (la «materia»). Cuanto más heterogéneos y dominantes sean los centros, más formalismo necesitarán para permanecer unidos y mantener sus imperios. Los centros atraen al formalismo y la matemática, si se me permite hacer esa metáfora, como los graneros a las ratas y los insectos.

Si queremos seguir a los científicos e ingenieros hasta el final, llegará un momento en que nos veremos obligados a penetrar en lo que se ha convertido en lo más sagrado. Por ahora sólo tenemos claras unas cuantas cosas. En primer lugar, no tenemos que suponer *a priori* que el formalismo elude la movilización, los centros y la construcción de redes. No es algo trascendental, como dicen los filósofos para explicar la increíble fuerza suplementaria que proporciona a aquellos que lo fomentan. Dicho suplemento, que se consigue gracias a la manipulación de formas de *n-ésimo* nivel, proviene enteramente del interior de los centros y, tal vez, queda mejor explicado por las múltiples y nuevas conexiones trasversales que permite. En segundo lugar, no tenemos que perder el tiempo buscando los correlatos empíricos que expliquen esas formas mediante manipulaciones simples y prácticas, similares a las que se llevan a cabo fuera de los centros. La mera manipulación de guijarros en Sakhalin nunca conducirá a la teoría de conjuntos o a la topología. Naturalmente, la cascada de inscripciones consiste, desde el principio, en la manipulación concreta de formularios, pero cada producto final es una forma que no se parece en nada al nivel anterior (si ocurriera lo contrario significaría que ese peldaño de la escalera es inútil, que por lo menos esa parte de la traducción ha fallado). En tercer lugar, no tenemos que malgastar nuestro tiempo buscando «explicaciones sociales» de esas formas, si por sociales entendemos características de la sociedad distorsionadas en el espejo de la matemática. Las formas no distorsionan o malinterpretan nada, sino que aceleran aún más el movimiento de acumulación y capitalización. Como he insinuado desde el principio, el vínculo entre la sociedad y la matemática es, a la vez, más débil y estrecho de lo que cabría esperar: sujetan con firmeza y de modo explícito a sus aliados, y constituyen en realidad lo que posiblemente es la parte más sólida y «social» de la sociedad. En cuarto lugar, no hay ninguna razón para recurrir a convenciones que los científicos estarían de acuerdo en aceptar para explicar la extraña existencia de esas formas que parecen no guardar *ninguna relación* con nada. No son ni menos reales, ni más estériles o flexibles que el resto de las inscripciones ideadas para movilizar el mundo y llevarlo a los centros. En todo caso, resisten más que cualquier otra cosa (según nuestra definición de realidad), puesto que multiplican y refuerzan las relaciones de los demás elementos de las redes. En quinto lugar, hemos de aprovecharnos de la pizca de verdad que cada una de las cuatro interpretaciones clásicas de las formas nos ofrece (trascendentalismo, empirismo, determinismo social y convencionalismo): las formas de nivel *n-ésimo* nos proporcionan un suplemento *inesperado* (como si vinieran de otro mundo), son el resultado de una *determinada* labor de purificación (como si tuvieran relación con asuntos prácticos), concentran aún más las asociaciones (como si fuesen *más sociales*) y entrelazan más elementos (como si fueran *más reales* que el resto de convenciones adoptadas por los hombres).

Francamente, nunca he encontrado un estudio que cumpliese estos cinco requisitos. Teniendo en cuenta este vacío, se podría llegar a la conclusión de que las formas no se pueden estudiar mediante un tipo de investigación como el que he descrito en este libro, porque siempre huyen de lo que ocurre en los centros de cálculo. Sin embargo, yo llego a una conclusión diferente: casi nadie ha tenido el coraje de llevar a cabo un estudio antropológico del formalismo. El motivo de esta falta de nervio es bastante sencillo: *a priori*, antes de que el estudio se haya empezado siquiera, uno busca la explicación de las formas dirigiéndose a la mente y a su

capacidad cognitiva. Cualquier estudio sobre la matemática, los cálculos, las teorías y las formas en general, debería hacer justamente lo contrario: en primer lugar, ver cómo los observadores se mueven en el espacio y en el tiempo, cómo se refuerzan la movilidad, estabilidad y combinabilidad de las inscripciones, cómo se amplían las redes, cómo todas las informaciones se entrelazan en una cascada de rerepresentación; y si, por alguna extraordinaria casualidad, queda aún algo por explicar, entonces, y sólo entonces, buscar capacidades cognitivas especiales. Lo que aquí propongo como **sexta regla del método** es, en realidad, !una *moratoria* de las explicaciones cognitivas de la ciencia y la tecnología! Estaría tentado de proponer una moratoria de diez años. Si los que creen en milagros estuviesen tan seguros de su posición, aceptarían el reto.

C. METROLOGÍAS

Una cosa es trasladar el mundo a los centros (parte A), y otra muy distinta es conseguir un inesperado suplemento de fuerza, trabajando dentro de esos centros con las inscripciones de nivel *n-ésimo* (parte B). Queda todavía una pequeña dificultad, puesto que las inscripciones finales no son el mundo: únicamente lo representan en su ausencia. Nuevos espacios y tiempos infinitos, agujeros negros gigantes, electrones minúsculos, economías enormes, billones de años inimaginables, intrincados modelos a escala y ecuaciones complejas, todo ello no ocupa más que unos cuantos metros cuadrados que sólo un pequeño porcentaje de la población domina (véase capítulo 4). Efectivamente, se han descubierto muchos ardides y trucos para invertir la relación de fuerzas, y hacer a los centros mayores y más sabios que las cosas que, hasta entonces, los dominaban. Sin embargo, no se consigue nada definitivo si no se encuentra una forma de trasladar, de vuelta *a la periferia*, la relación de fuerzas que se ha hecho favorable al grupo de los científicos. Aún hay que seguir trabajando. Si queremos seguir a los científicos hasta el final, también debemos estudiar el movimiento del centro a la periferia. Aunque esta etapa del viaje es tan importante como las dos anteriores, los observadores de la ciencia suelen olvidarla debido a esa extraña idea de que la «ciencia y la tecnología» son «universales»; según esta idea, después de ser descubiertas, las teorías y las formas se propagan «por todas partes» sin ningún costo adicional. La aplicación de las teorías abstractas en todo momento y lugar, parece ser otro milagro. Como siempre, al seguir a los científicos e ingenieros en su trabajo, obtenemos una respuesta más mundana pero más interesante.

1. EXTENDER AUN MÁS LAS REDES

Cuando el 5 de mayo de 1961, Alan Shepard realizó el primer vuelo espacial del programa estadounidense Mercury, ¿fue la *primera vez*?[18] Por un lado sí, puesto que ningún estadounidense había estado en el espacio antes. Pero por otro no, era simplemente la *(n+1)-ésima* vez. Con anterioridad había repetido ya cientos de veces todos los movimientos posibles en el *simulador*, otro tipo de modelo a escala. ¿Qué impresión tuvo cuando por fin salió del simulador y entró en la nave? O bien dijo: «la diferencia con el sonido de la centrifugadora», o «era distinto al simulador, más fácil», o «¡vaya diferencia con la centrifugadora, era mucho más brusco!» Durante su corto vuelo va comparando las similitudes y las pequeñas diferencias entre el ensayo *n-ésimo* en el simulador de vuelo, y el *(n+1)- ésimo* vuelo real. Aquellos que se encuentran en la torre de control se sorprenden ante la frialdad de Shepard. «Este tío tiene lo que hay que tener», puesto que no ha sentido miedo de salir hacia lo desconocido. En realidad, sin embargo, no ha salido hacia lo desconocido, como hizo Magallanes cuando cruzó el estrecho que lleva su nombre. Con anterioridad había estado *allí* cientos de veces; y también habían estado cientos de veces los monos que le habían precedido. Lo admirable no es que alguien pueda adentrarse en el espacio, sino la forma en que el espacio entero puede simularse de antemano y, luego, extenderse lentamente a vuelos no tripulados, luego a monos, a un hombre y por último a muchos, al incorporarse *dentro* del centro espacial cada vez más características *externas* proporcionadas por cada una de las pruebas. La lenta y progresiva extensión de la red, desde cabo Cañaveral hasta la órbita de la tierra, constituye una hazaña más meritoria que la «aplicación» de los cálculos realizados en el centro espacial al mundo exterior.

«Más aún, ¿no es la aplicación de la ciencia fuera de los laboratorios la mejor prueba de su eficacia, del poder casi sobrenatural de los científicos? La ciencia *funciona* en el exterior, y sus *predicciones* se cumplen». Esta afirmación, como el resto de las que nos hemos encontrado en este capítulo, no está basada en un estudio imparcial y detallado. Nadie ha visto nunca un hecho, una teoría o una máquina que pudiera sobrevivir *fuera* de las redes que le dieron vida. Son más frágiles que las termitas, y aunque los hechos y las máquinas puedan moverse a lo largo de las galerías excavadas, no pueden sobrevivir ni un minuto en esa famosa y mítica «exterioridad» tan cacareada por los filósofos de la ciencia.

Cuando los arquitectos, los urbanistas y los expertos en energía, encargados del proyecto de ciudad solar de Frangocastello, en Creta, acabaron sus cálculos a principios de 1980, tenían en su oficina de Atenas un modelo de papel a escala de la ciudad.[19] Sabían todo lo que podía saberse sobre Creta: energía solar, clima, demografía local, recursos de agua, tendencias económicas, estructuras de hormigón y agricultura en invernaderos. Habían probado y discutido, con los mejores ingenieros del mundo, cada una de las configuraciones posibles y habían provocado el entusiasmo de muchos bancos de fomento europeos, estadounidenses y griegos, mediante la instalación de un prototipo óptimo y original. Como los ingenieros de cabo Cañaveral, *sólo* tenían que salir al exterior y aplicar sus cálculos, demostrando una vez más el poder casi sobrenatural de los científicos. Cuando enviaron a los ingenieros desde Atenas a Frangocastello para empezar a expropiar terrenos y a ultimar algunos pequeños detalles, se encontraron con un «exterior» totalmente inesperado. No sólo los habitantes del lugar no estaban dispuestos a abandonar sus tierras y cambiarlas por casas en la nueva ciudad, sino que estaban dispuestos a luchar utilizando sus rifles contra lo que creían una nueva base nuclear del ejército estadounidense, camuflada como ciudad de energía solar. La aplicación de la teoría se hizo cada día más difícil, al mismo tiempo que el movimiento de oposición se reforzaba y conseguía el apoyo del Papa y del partido socialista. Enseguida resultó evidente que, como no se podía enviar al ejército para forzar a los cretenses a aceptar por las malas el futuro prototipo, tendría que comenzar una negociación entre el interior y el exterior.Pero ¿cómo se podía llegar a un acuerdo entre una flamante ciudad solar y unos cuantos pastores, que sólo querían tres kilómetros de carretera asfaltada y una gasolinera? El acuerdo fue abandonar por completo el proyecto de ciudad solar. Todos los planes de los expertos en energía se devolvieron al *interior* de la red y quedaron restringidos a un modelo a escala de papel: otro de los muchos proyectos que los ingenieros acaban guardando en un cajón. La «exterioridad» había asestado un golpe fatal a este ejemplo de ciencia.

¿Cómo es posible que, en algunos casos, las predicciones de la ciencia se cumplan y en otros fracasen estrepitosamente? La regla del método que debemos aplicar en

este caso es bastante sencilla: siempre que oigas hablar de la aplicación exitosa de una ciencia, busca la extensión progresiva de una red. Siempre que oigas hablar de un fracaso, busca en qué punto se ha perforado la red. Apuesto a que siempre lo encontrarás.

En su época nada fue tan impresionante como la predicción de Pasteur, hecha solemnemente, con un mes de anticipación, de que el 2 de junio de 1881 todas las ovejas no vacunadas de una granja del pueblecito de Pouilly-le-Fort habrían muerto de la terrible enfermedad del ántrax, mientras que las vacunadas continuarían en perfecto estado de salud. ¿No es un milagro?, ¿no es cómo si Pasteur hubiese viajado a través del vasto mundo exterior y del tiempo, al anticiparse un mes a lo que ocurriría en una pequeña granja de Beauce?[20] Si en lugar de quedarnos boquiabiertos ante el milagro, examinamos cómo se extiende la red, encontraremos con toda seguridad una fascinante negociación entre Pasteur y los representantes de los granjeros para *transformar la granja en un laboratorio*. Pasteur y sus colaboradores ya han hecho esa prueba muchas veces en su laboratorio, invirtiendo la relación de fuerzas entre el hombre y las enfermedades al crear afecciones epizoóticas en el laboratorio (véase capítulo 3). Sin embargo, todavía no lo han logrado nunca en las condiciones reales de una granja. Pero no están locos, saben que en una sucia granja atestada de curiosos no podrán reproducir con exactitud una situación que les había sido tan favorable (y que se encontrarán con el mismo tipo de fracaso que los expertos en energía que llevaban su ciudad a los cretenses). Por otro lado, si piden a la gente que vaya a *sus* laboratorios no convencerán a nadie (del mismo modo que Kennedy, diciendo que Shepard ha volado una vez más en la centrifugadora, no convencerá al pueblo estadounidense de que se han vengado del hecho que los rusos fueran los primeros en llegar al espacio). Tienen que alcanzar un acuerdo con los organizadores del campo de prueba para que se transformen suficientes características de la granja y lograr, así, condiciones parecidas a las del laboratorio (para mantener el mismo equilibrio de fuerzas), pero arriesgándose lo suficiente con objeto de que el ensayo sea lo bastante realista y pueda considerarse una prueba hecha en el exterior. Al final, la predicción se cumple, pero se ha tratado en realidad de una *retrodicción*, del mismo modo que la previsión efectuada por el profesor Bitjer acerca del futuro del puerto de Rotterdam (véase parte A), era en realidad una *visión retrospectiva*. Decir esto no supone quitar mérito a Shepard en su cohete, a los expertos en energía acosados por los granjeros, o a Pasteur, que se arriesga a cometer una terrible equivocación, de la misma forma que saber que Hamlet morirá al final de la obra no resta talento al actor. Por muchos ensayos que realice, el buen actor tampoco se libra del miedo escénico.

El carácter predictivo de la tecnociencia depende enteramente de su capacidad de extender las redes. En cuanto tiene lugar el verdadero encuentro con el exterior, se produce un caos absoluto. De todas las características de la tecnociencia, creo que esta capacidad de extender las redes y de desplazarse a lo largo de ellas es la más interesante de analizar, la más ingeniosa y la que más se ha pasado por alto (debido al modelo inercial esbozado al final del capítulo 3). Los hechos y las máquinas son como los trenes, la electricidad, los paquetes de bytes en un ordenador o las verduras congeladas: pueden ir a cualquier sitio mientras su camino no se interrumpa en lo más mínimo. El observador de la ciencia no aprecia esta dependencia y fragilidad porque la «universalidad» le ofrece la posibilidad de aplicar, *en principio*, en cualquier lugar, las leyes de la física, de la biología o de la matemática. *En la práctica* es muy distinto. Se puede decir que, en principio, un Boeing 747 puede aterrizar en cualquier sitio; pero intenta hacerlo, en la práctica, en la Quinta Avenida de Nueva York. Quizá se diga que el telefóno proporciona un alcance universal. Intenta telefonear desde San Diego a alguien que se encuentre en medio de Kenia y que, en la práctica, no tenga teléfono. Se puede sostener perfectamente que la ley de Ohm (Resistencia = Voltaje/Intensidad) es, en principio, aplicable de forma universal; intenta demostrarla en la práctica sin un voltímetro, un amperímetro y un potenciómetro. Se puede muy bien afirmar que, en principio, un helicóptero del ejército puede volar en cualquier lugar; pero trata de repararlo en medio del desierto de Irán, cuando se ha averiado debido a una tormenta de arena, a cientos de millas de distancia del portahelicópteros. En todos estos experimentos mentales apreciarás la gran diferencia existente entre el principio y la práctica, y que cuando todo funciona según lo planeado es porque no te has salido ni un centímetro de las redes, bien conservadas y cuidadosamente selladas. Que se verifique un hecho o que una máquina funcione, significa *en cierto modo* que las condiciones de laboratorio o taller se han extendido. La consulta de un médico de hace un siglo estaba amueblada con un armario, una mesa de despacho y quizás una camilla. Actualmente, el gabinete de un médico está lleno de instrumentos y equipos de diagnóstico. Cada uno de ellos (el termómetro, el esfigmomanómetro o el test del embarazo) llega de un laboratorio, a través de la industria de instrumentos. Puede ser que el médico compruebe la aplicación de las leyes de la fisiología, muy bien, pero no le pidas que lo haga en un gabinete vacío en medio de la jungla, te dirá: «¡Primero devuélveme mi instrumental!». Olvidarse de la extensión que los instrumentos proporcionan al admirar el apacible funcionamiento de los hechos o las máquinas, sería como mostrar admiración por el sistema de carreteras, con todos esos coches y camiones tan veloces, y pasar por alto la ingeniería civil, los garajes, los mecánicos y los recambios. Los hechos y las máquinas no poseen inercia propia (capítulo 3); como los reyes y los ejércitos, no pueden viajar sin sus séquitos y su impedimenta.

2. SUJETOS POR UNAS CUANTAS CADENAS METROLÓGICAS

La dependencia que los hechos y las máquinas tienen de las redes para poder volver de los centros a la periferia, facilita nuestra labor. Nos hubiera resultado imposible analizar leyes «universales» de la ciencia, aplicables de por sí en cualquier lugar. En cambio, es muy fácil estudiar la extensión progresiva del dominio de aplicación de un laboratorio: siguiendo precisamente los *indicios* que crea dicha aplicación. Como vimos en la parte B, un cálculo hecho en papel puede aplicarse al mundo exterior, sólo si ese mundo exterior es también otro trozo de papel con el mismo formato. A primera vista este requisito parece marcar el final del camino para los cálculos. Es imposible transformar Sakhalin, Rotterdam, las turbulencias, las personas, los microbios, las redes eléctricas y todos los fenómenos externos, en un mundo de papel similar al existente en el laboratorio. Pero ello supondría subestimar el ingenio de los científicos para extender por doquier los instrumentos que producen ese mundo de papel. **Metrología** es el nombre de esa tarea gigantesca de hacer del exterior, un mundo interior en el que los hechos y las máquinas puedan sobrevivir. Las termitas construyen sus oscuras galerías con una mezcla de barro y de sus propios excrementos; los científicos construyen sus luminosas redes dando al exterior la misma forma en papel que a sus instrumentos internos. En ambos casos, el resultado es el mismo: pueden viajar más lejos sin moverse de casa.

En el mundo puro, abstracto y universal de la ciencia, la propagación de los nuevos objetos creados en los laboratorios no cuesta nada. En el mundo real, concreto y local de la tecnociencia, sin embargo, resulta ya terriblemente costoso mantener estable el más simple de los parámetros físicos. Un sencillo ejemplo bastará. Si

pregunto «¿qué hora es?», tendrás que mirar tu reloj. No hay forma de resolver esta cuestión sin llevar a cabo una *lectura* del visor de ese instrumento científico (el Sol podría servir, pero no cuando se trata de coger un tren). A pesar de su sencillez, el reloj es el instrumento científico con una historia más larga e influyente. Recuerda que Lapérouse llevaba con él más de 12 cronómetros náuticos y varios científicos a bordo, encargados únicamente de comprobar y comparar su funcionamiento. Si no hubiera podido mantener constante la hora, el viaje entero habría sido inútil. Ahora bien, si nuestros relojes no concuerdan, tendremos que recurrir a un tercer reloj que actuará como árbitro (una emisora de radio o un reloj de iglesia). Si aún no hay acuerdo acerca de la calidad del reloj utilizado como árbitro, podríamos telefonear al servicio de información horaria. Si uno de los dos fuese tan obstinado como el disidente de los capítulos 1 y 2, se vería conducido a un intrincado laberinto de relojes atómicos, láseres y satélites de comunicaciones: la Oficina Internacional Horaria, que coordina la hora de todo el mundo. La hora no es algo universal; cada día se hace ligeramente más universal mediante la extensión de una red internacional que une, con lazos visibles y tangibles, todos los relojes de referencia del mundo y, luego, organiza cadenas secundarias y terciarias de referencia, a las que pertenece este reloj de pulsera bastante impreciso que llevo en la muñeca. Hay una continua estela de lecturas, listas de comprobación, formularios y líneas telefónicas que entrelazan a todos los relojes. En cuanto pierdes esa estela, empiezas a *dudar* de la hora que es, y la única forma de recuperar la certeza es ponerte de nuevo en contacto con las cadenas metrológicas. Los físicos utilizan el bonito término de *constante* para designar esos parámetros elementales necesarios para formular la más sencilla de las ecuaciones en los laboratorios. Sin embargo, estas constantes son tan inconstantes que los EUA, de acuerdo con la Oficina Nacional de Pesos y Medidas, ¡destinan el 6 % de su producto nacional bruto, o sea, tres veces lo que destinan a I+D (véase capítulo 4), sólo para mantener su estabilidad![21]

A los que piensen que la ciencia es, por naturaleza, universal, les puede sorprender que se tengan que invertir muchos más esfuerzos en extenderla que en hacerla. En las cifras que expuse en el capítulo 4, no pudimos en principio dilucidar el misterio de toda esa masa de científicos e ingenieros, ocupados en la gerencia de I+D, en la administración, inspección, producción, etc. Ya no tenemos por qué sorprendernos. Sabemos que el número de científicos es demasiado pequeño como para justificar el enorme efecto que se supone que generan, y que sus logros circulan a través de quebradizas, flamantes, costosas y extrañas galerías. Sabemos que la «ciencia y la tecnología» son sólo un extremo en el que se sintetiza un proceso mucho más largo, con el que sólo guarda un vago parecido. La suprema importancia de la metrología (como la del desarrollo y la de la investigación industrial) nos da una medida, por así decirlo, de nuestra ignorancia.

Estas extensas cadenas metrológicas necesarias para la existencia misma de los laboratorios más simples, tienen que ver únicamente con las constantes oficiales (tiempo, peso, longitud, estándares biológicos, etc.), pero estas constituyen sólo una parte muy pequeña de todas las medidas que se efectúan. Estamos tan acostumbrados a la omnipresente presencia de metros, contadores, formularios y totales que preparan el terreno a los centros de cálculo, que olvidamos considerarlos como indicios seguros de la *invasión* previa por parte de una actividad científica. Piensa, por ejemplo, en el tipo de respuestas que podrías dar a estas preguntas: ¿cuánto he ganado este mes?, ¿mi presión sanguínea está por encima o por debajo de lo normal?, ¿dónde nació mi abuelo?, ¿dónde está el cabo de la isla de Sakhalin?, ¿cuántos metros cuadrados tiene mi piso?, ¿cuánto peso has puesto?, ¿cuántos sobresalientes ha tenido mi hija?, ¿a qué temperatura estamos?, ¿es una buena compra esta caja de cervezas? Según quien te haga esas preguntas darás una respuesta *más* o *menos sólida*. En el primer caso tendrás que remitirte a un formulario: el extracto de cuentas que te envía el banco, la lectura extraída del esfigmomanómetro en la consulta de tu médico, la partida de nacimiento que se guarda en el ayuntamiento o un árbol genealógico, la lista de faros publicada en el *Nautical Almanac*, un plano geométrico de tu piso, una báscula, un boletín de notas confeccionado por la secretaría del colegio de tu hija, un termómetro, las docenas de etiquetas metrológicas de la caja de cerveza (contenido, grado de alcohol, cantidad de conservantes, etc.). Lo que llamamos «hablar con conocimiento de causa» en una situación controvertida, consiste siempre en traer a colación alguna de esas formas. Sin ellas simplemente *no sabemos*.

Si por alguna razón (crimen, accidente o controversia) la disputa no concluye, entonces te verás abocado a una de las numerosas cadenas metrológicas que acumulan formularios hasta el nivel *n-ésimo*. Ni siquiera la cuestión de «quién eres» puede resolverse, en casos extremos, sin superponer pasaportes, huellas digitales, partidas de nacimiento y fotografías, es decir, sin elaborar un *fichero* que reúna un mónton de formularios distintos y de origen diverso. Puede que *tú* sepas perfectamente quién eres y te contentes con una respuesta suave a esa absurda cuestión, pero la policía, que formula la pregunta desde el punto de vista de un centro, quiere una respuesta más sólida, del mismo modo que Lapérouse preguntaba a los pescadores chinos cuál era su situación en términos de longitud y latitud. Ahora ya estamos en condiciones de entender el malentendido que estudiamos en el capítulo 5, parte C, entre el modo más suave y el más sólido de resolver la paradoja del constructor de hechos. Los requisitos que se exigen al conocimiento son completamente distintos, según se quiera acabar una disputa local o participar en la *extensión* de una red. En el primer caso todos los intermediarios bastan (sé quién soy, qué hora es, si hace frío o calor, si mi piso es grande o pequeño, si gano lo suficiente, si mi hija estudia mucho, o si Sakhalin es o no una isla). En el segundo caso todos son *insuficientes*. El problema es del mismo tipo y tiene el mismo significado concreto que si un ingeniero del ejército encargado de preparar el aterrizaje de los bombarderos B52 en una isla del Pacífico, encontrase únicamente una franja de aterrizaje cubierta de lodo y de sólo un centenar de metros de longitud. Seguro que se sentiría contrariado y encontraría insuficiente la pista de aterrizaje.

La única forma de preparar «pistas de aterrizaje» por doquier para los hechos y las máquinas, es transformando la mayor cantidad posible de puntos del exterior en instrumentos. Las paredes de las galerías científicas están literalmente *sobreempapeladas*.

Las máquinas, por ejemplo, se dibujan, se escriben, se discuten y se calculan antes de construirse. Trasladarse de la «ciencia» a la «tecnología» no es ir de un mundo de papel a otro confuso, grasiento y de hormigón. Es ir de una labor de papeleo a más papeleo aún, de un centro de cálculo a otro que reúne y manipula todavía más cálculos, de origen aún más heterogéneo.[22] Cuanto más modernas y complejas son las máquinas, más formularios necesitan para nacer. Hay una sencilla razón: en el proceso mismo de construcción se pierden de vista, porque cada una de sus partes oculta a las demás, mientras se convierten en cajas negras cada vez más oscuras (capítulo 3). El grupo *Eagle* tuvo que diseñar, durante el proceso de depuración, un programa con el único objeto de no perder de vista las modificaciones que cada uno de ellos estaba haciendo en el prototipo para recordar qué era el *Eagle*, para tenerla sinópticamente ante sus ojos mientras se hacía cada vez más oscura (introducción). De todas las partes de la tecnociencia, la más reveladora es la que corresponde tanto a los planos de los ingenieros, como a la organización y administración de todos los indicios generados simultáneamente por los ingenieros,

delineantes, físicos, economistas, contables, agentes de ventas y directores. En ellos, las distinciones entre ciencia, tecnología, economía y sociedad, se hacen especialmente absurdas. Los centros de cálculo de las principales industrias de construcción de artefactos concentran sobre las mismas mesas de trabajo formularios de todo tipo, recombinándolos de forma que ciertos trozos de papel suministren la estructura de la parte que se va a construir (dibujada en un espacio geométrico codificado), la tolerancia y calibrado necesarios para su construcción (todas las cadenas metrológicas que se encuentren dentro y fuera de los formularios), las ecuaciones físicas de resistencia de materiales, los nombres de los trabajadores a cargo de cada parte, el tiempo medio necesario para efectuar las operaciones (resultado de décadas de taylorización), las docenas de códigos que hagan posible el mantenimiento del inventario, los cálculos económicos, etc. Los que intentasen sustituir la historia conjunta de esos centros de cálculo por historias claras y distintas de la ciencia, la tecnología y la administración, acabarían haciendo una carnicería con el tema.

Todos esos formularios son necesarios para que las docenas de ciencias involucradas en la construcción de artefactos tengan algún tipo de relevancia. La contabilidad, por ejemplo, constituye una ciencia crucial y omnipresente en nuestra sociedad. Su extensión, sin embargo, se limita estrictamente a unos pocos formularios que hacen posible llevar correctamente los libros de cuentas. ¿Cómo se aplica la contabilidad al confuso mundo de las mercancías, los consumidores y la industria? Respuesta: transformando cada una de esas complejas actividades de forma que, en un momento u otro, generen un formulario que sea fácilmente aplicable a la contabilidad. Cuando todas las hamburguesas, todos los cafés, todos los billetes de autobús que se vendan en los EUA, vayan acompañados de un talón numerado o de uno de esos pequeños tiquets que salen de las cajas registradoras, entonces, obviamente, los contables, los directores y los economistas podrán desplegar sus técnicas de cálculo. Un restaurante, un supermercado, una tienda o una cadena de montaje, genera tantas lecturas de tantos instrumentos como un laboratorio (piensa en las balanzas, relojes, registros y hojas de pedido). Sólo cuando se haya conseguido que la *economía* genere los formularios suficientes para parecerse a la *ciencia económica*, los economistas formarán parte de una profesión en expansión. No hay ninguna razón para restringir el estudio de la ciencia a la escritura en el libro de la naturaleza, y olvidarse de analizar el «gran libro de la cultura» que tiene una influencia más profunda en nuestra vida cotidiana que el otro (la mera información que se maneja en los bancos es, en muchos sentidos, más importante que las comunicaciones científicas).

Una vez que se han confeccionado los mapas, incluso la geografía, que parece tan fácilmente aplicable al «exterior», no puede alejarse mucho de las redes sin volverse inservible. Cuando utilizamos un mapa, casi nunca comparamos lo que hay escrito en él con el paisaje (para ser capaz de hacerlo tendrías que ser un topógrafo experimentado, es decir, estar *más cerca* del oficio de geógrafo). No, en la mayoría de los casos *comparamos* lo que leemos en el mapa con las *señalizaciones* de la carretera que están escritas en el *mismo* lenguaje. El mundo externo está preparado para que se le pueda aplicar el mapa sólo cuando todas sus características relevantes han sido escritas y señalizadas con faros, mojones, paneles indicadores, flechas, nombres de calles, etc. La prueba más simple de ello es intentar navegar con un buen mapa a lo largo de una costa sin señalizar, o viajar por un país en el que todas las señales indicadoras de las carreteras hayan sido arrancadas (como les ocurrió a los rusos cuando invadieron Checoslovaquia en 1968). Se corre el riesgo de naufragar y perderse en seguida. Cuando uno se encuentra realmente con la exterioridad, cuando lo externo se ve por *primera* vez, no hay ciencia que valga, pues la causa esencial de la superioridad científica se ha desvanecido.

La historia de la tecnociencia es, en gran parte, la historia de todas la pequeñas invenciones elaboradas en las redes para acelerar la movilidad de los indicios, o para reforzar su fiabilidad, combinación y cohesión, con objeto de posibilitar la acción a distancia. Este será nuestro **sexto principio**.

3. ACERCA DE OTROS BARAJADORES DE NAIPES

Si extendemos el significado de la metrología hasta que incluya, no sólo el mantenimiento de las constantes físicas, sino también la transformación del mayor número posible de características del mundo externo en formularios, podremos acabar estudiando los aspectos más desdeñados de la tecnociencia: los barajadores de naipes, las ratas del papeleo, los burócratas. ¡Ah!, los burócratas, cómo se les odia: personas que únicamente manejan papeles, archivos y formularios, que no saben nada del mundo real, que sólo superponen formularios y más formularios simplemente para comprobar si han sido rellenados correctamente; qué curiosa raza de lunáticos que prefiere creer a un trozo de papel, aunque vaya contra el sentido común, la lógica o incluso sus propios sentimientos, antes que a cualquier otra fuente de información. Sin embargo, compartir ese desprecio sería una gran equivocación para nosotros, que queremos seguir a la ciencia en acción hasta el final. En primer lugar, porque lo que se ven como defectos en el caso de los barajadores de naipes, se consideran cualidades nobles al referirse a esos otros barajadores de naipes llamados científicos e ingenieros. Creer más en los formularios de *n-ésimo* nivel que en el sentido común, es una característica que comparten los astrónomos, economistas, banqueros y cualquiera que trabaje en los centros con fenómenos que están, por definición, ausentes.

Sería un error, en segundo lugar, porque es a través de la burocracia y los archivos que los resultados de la ciencia llegan más lejos. Por ejemplo, los registros tomados por los ingenieros de *Schlumberger* en las plataformas petrolíferas (véase parte A, apartado 2) pasan a formar parte de un archivo en un banco de Wall Street, en el que se mezclan geología, economía, estrategia y derecho. Todos estos dominios inconexos se entrelazan al convertirse en hojas del más despreciado de los objetos, el *archivo*, el polvoriento archivo. No obstante, sin él los registros se quedarían donde están, dentro de la cabina o del camión de *Schlumberger*, sin influir en los demás asuntos. Las pruebas microbiológicas del agua, llevadas a cabo por los bacteriólogos, serían igualmente irrelevantes si se quedasen dentro del laboratorio. Si se integran, por ejemplo, en otro complejo registro en el ayuntamiento, que yuxtapone los planos de los arquitectos, los reglamentos municipales, los resultados de las encuestas, los recuentos de votos y los proyectos de presupuestos, sacan provecho de todos esos oficios y técnicas. Comprender la deuda de la bacteriología con la «sociedad» puede ser una tarea difícil, pero investigar en cuántas operaciones legales, administrativas y financieras se ha involucrado, es algo factible: sólo hay que seguirle la pista. Como vimos en el capítulo 4, el carácter esotérico de una ciencia es inversamente proporcional a su carácter exotérico. Ahora entendemos por qué la administración, la burocracia y la gerencia son, en general, los únicos grandes recursos disponibles para prolongar la expansión: el gobierno financia el laboratorio bacteriológico, que se ha convertido en paso obligado para tomar cualquier decisión. Lo que al principio de este libro parecían grandes y aisladas bolsas de ciencia, se entienden mejor, probablemente, al observar cómo se esparcen por los centros de cálculo, se dispersan en archivos y ficheros, se siembran por todas las redes, y se hacen visibles únicamente porque aceleran la movilización local de algunos recursos, entre los muchos que se necesitan para la administración, a gran escala y a distancia, de muchas personas.[23]

La tercera y última razón por la que no deberíamos despreciar a los burócratas, gerentes y barajadores de naipes o, dicho brevemente, al sector terciario a cuyo lado la tecnociencia parece pequeña, es que constituye una mezcla de otras disciplinas que tienen que estudiarse con el *mismo* método que he presentado en este libro, incluso aunque no se las considere parte de «la ciencia y la tecnología». Cuando las personas afirman querer explicar «socialmente» el desarrollo de «la ciencia y la tecnología», utilizan entidades como política nacional, estrategia de las multinacionales, clases, tendencias económicas mundiales, culturas nacionales, *status* profesional, estratificación, decisiones políticas, etc. En ningún lugar de este libro he utilizado ninguna de esas entidades; por el contrario, he explicado bastantes veces que debemos ser tan agnósticos respecto a la sociedad como a la naturaleza, y que dar una explicación social no hace referencia a algo «social», sino a la solidez relativa de las a*socia*ciones. También prometí en el capítulo 3 que, en algún momento, nos encontraríamos con un estado estable de la sociedad. Bien, aquí lo tenemos: las múltiples ciencias administrativas producen un estado estable de la sociedad, de la misma forma que la astronomía proporciona una interpretación estable de los agujeros negros, la bacteriología, de los microbios, o la geología, de las reservas de petróleo. Ni más ni menos. Acabemos con unos cuantos ejemplos más.

El estado de la economía, por ejemplo, no puede emplearse de forma no problemática para explicar la ciencia porque él mismo es el resultado tremendamente controvertido de otro tipo de ciencia: la económica. Como ya hemos visto, se obtiene a partir de cientos de centros de estadística, cuestionarios, encuestas e investigaciones, y se procesa luego en los centros de cálculo. El producto nacional bruto es, por ejemplo, una exposición visual de *n-ésimo* nivel que, naturalmente, se puede combinar con otros formularios, pero que no se encuentra más *alejado* de las frágiles y finas redes construidas por los economistas que las estrellas, los electrones o las placas tectónicas. Lo mismo vale para muchos aspectos de la política. ¿Cómo sabemos que el partido A es más fuerte que el B? Cada uno de nosotros puede tener una opinión sobre la fuerza relativa de ambos partidos; de hecho, es porque todos tenemos una opinión sobre ello que se puede diseñar un inmenso experimento científico que resuelva la cuestión. ¿Científico? Claro. Unas elecciones generales no son más que una transformación de todas las opiniones mediante un incómodo y tremendamente costoso instrumento, marcas realizadas en papeletas de voto que luego se cuentan, suman y comparan (con mucho cuidado y de forma muy controvertida) para, finalmente, llegar a una exposición visual de *n-ésimo* nivel: partido A, 51 %; partido B, 45 %; nulos, 4 %. Distinguir u oponer ciencia, política y economía no tendría sentido desde nuestro punto de vista porque en términos de tamaño, relevancia y coste, las pocas cifras que sirven para decidir el producto nacional bruto o el equilibrio de fuerzas políticas son mucho más importantes, despiertan mucho más interés, escrutinios, pasión y método científico que una nueva partícula o una nueva fuente de ondas electromagnéticas. Todos dependen del mismo mecanismo básico: calibrar los instrumentos de inscripción, concentrar las controversias en las exposiciones visuales finales, obtener los recursos necesarios para el mantenimiento de los instrumentos y construir teorías de *n-ésimo* nivel sobre los registros archivados. No, nuestro método no ganaría nada si invocase a las ciencias «sociales» para explicar las «naturales». No existe la más mínima diferencia entre ambas, y deben estudiarse de la misma manera. No debe darse más crédito a unas que a otras, y ninguna tiene el misterioso poder de escapar de la redes que ella misma ha creado.

Lo que esté claro para la economía, la política y la administración, también lo estará para la misma sociología. ¿Cómo puede alguien que ha decidido seguir a los científicos en acción, olvidarse de estudiar a los sociólogos que se esfuerzan en definir qué es la sociedad, qué nos mantiene unidos, cuál es el objeto de la vida en sociedad y cuáles son las principales tendencias de su evolución? ¿Cómo puede uno dar más crédito a estas personas que dicen qué es la sociedad, que a los otros? ¿Cómo puede uno transformar a los astrónomos en portavoces del cielo y seguir aceptando que los sociólogos nos dicen lo que *es* la sociedad? La definición misma de «sociedad» es el resultado final, en los departamentos de sociología, en los centros de estadística y en los periódicos, de la recolección de investigaciones, cuestionarios, archivos, registros de todo tipo, de la discusión conjunta, la publicación de artículos, la organización de congresos, por parte de otro atareado grupo de científicos. Cualquier definición que logre el acuerdo marcará el final feliz de las controversias, como en todos los casos que hemos estudiado en este libro. Ni más ni menos. Los resultados de la sociología no se propagan más o con mayor rapidez que los de la economía, la topología o la física de partículas. Esos resultados también perecerán si salen al exterior de las finas redes tan necesarias para su subsistencia. La interpretación que un sociólogo tenga de la sociedad no se sustituirá por lo que todos nosotros pensemos de ella sin una lucha *adicional*, sin libros de texto, cátedras de universidad, puestos en el gobierno, integración de los militares, etc., exactamente igual que ocurre en la geología, la meteorología o la estadística.

No, no debemos pasar por alto las redes administrativas que producen en el *interior* de las salas de Wall Street, en el Pentágono, en los departamentos de universidad, representaciones efímeras o estables del estado de las fuerzas, la naturaleza de nuestra sociedad, el equilibrio militar, la salud de la economía o el tiempo que un misil balístico ruso tarda en llegar al desierto de Nevada. Confiar más en las ciencias sociales que en las naturales pondría en peligro todo nuestro viaje porque tendríamos que aceptar que el espacio-tiempo elaborado *dentro* de una red por *una* ciencia se ha propagado al *exterior* y ha *incluido* a las demás. No estamos más incluidos en el espacio de la sociedad (construido, a través de muchas discusiones, por los sociólogos) que en el tiempo de la geología (elaborado lentamente en los museos de historia natural), o en el dominio de las neurociencias (cuidadosamente extendido por los neurocientíficos). O dicho más exactamente, esta inclusión no se consigue de forma natural sin un esfuerzo adicional previo; se obtiene localmente si las redes de los sociólogos, geólogos y neurocientíficos se expanden, si tenemos que pasar por sus laboratorios o por sus cadenas metrológicas, si han sido capaces de hacerse a sí mismos indispensables para nuestros viajes y excursiones. La situación es exactamente la misma para las ciencias que para el gas, la electricidad, la televisión por cable, el suministro de agua o el teléfono. En todos los casos tienes que estar conectado a costosas redes que, a su vez, deben mantenerse y extenderse. Este libro se ha escrito para proporcionar un respiro a quienes quieran estudiar de forma independiente la extensión de todas esas redes. Para llevar a cabo un estudio de ese tipo es absolutamente necesario no conceder nunca, a hecho o máquina alguna, la habilidad mágica de abandonar las estrechas redes en las que han sido producidos y, a través de la cuales, circulan. Este pequeño respiro se acabará inmediatamente si no aplicamos el mismo tratamiento, de forma honrada y simétrica, a las ciencias sociales y administrativas.

POST SCRIPTUM

Un giro más después del giro social

Como Antonio, podría decir a los filósofos, dudando entre lapidar o dar la bienvenida al joven dominio de los estudios sociales de la ciencia: «Vengo a enterrar esos estudios, no a alabarlos». Tras años de progreso rápido, los estudios sociales de la ciencia se han estancado. Arrinconados en lo que parece un callejón sin salida, sus principales representantes discuten entre ellos hacia dónde ir.

Muchos abogan por una vuelta al sentido común y afirman que deberíamos abandonar el radicalismo extremo y dedicarnos a la sociología clásica de los científicos (no de la ciencia), aderezada con un toque de constructivismo. En congresos y revistas especializadas detecto una postura reaccionaria: «Abandonemos las tendencias estrafalarias y ocupémonos de los asuntos serios de la política científica y del impacto de la tecnología en la sociedad. El campo ya ha sufrido bastante por el extremismo; volvamos al feliz término medio». Los más generosos creen que la relevancia política de nuestro campo se alcanzará mejor si dejamos de jugar con teorías esotéricas y, en lugar de ello, sacamos de la estantería los conceptos tradicionales. Unos cuantos, que se autodenominan reflexivistas, están encantados de encontrarse en un callejón sin salida; durante 15 años han estado diciendo que los estudios sociales de la ciencia no podrían ir a ningún lado si no se aplicaban a sí mismos sus propios instrumentos; ahora que no van a ninguna parte y están amenazados por la esterilidad, se sienten vindicados. Otros pocos, entre los más serios, se mantienen en sus trece, niegan encontrarse en un callejón sin salida y siguen con su trabajo, como de costumbre, sin darse cuenta que la ley de rendimientos decrecientes funciona aquí tanto como en cualquier otra parte, y que la lealtad profesional no constituye ninguna garantía frente a la obsolescencia. Pero, afortunadamente, docenas de investigadores están buscando salidas al punto muerto en la teoría literaria, biología, ciencia cognitiva, historia cultural, etnología, etnografía de las técnicas, economía moral, interaccionismo y teorías de redes. Que sus movimientos no parezcan más fundamentados u ordenados que los de un hormiguero alborotado, no significa que no vayan a encontrar la salida. Todo lo contrario.

Como soy una de esas hormigas, acusado de ser no sólo un loco sino además francés, me gustaría explorar en este post scriptum una de las posibles salidas a ese

punto muerto que no nos haga retroceder en nuestro camino. En lugar de ser menos extremo quiero mostrar que siendo un poco *más* radicales, desembocaríamos en un programa de investigación productivo y razonable que nos permitiría sacar partido del trabajo realizado durante los últimos 20 años y reanudar nuestro veloz caminar.

1. LA TRAMPA QUE NOS HEMOS CONSTRUIDO

Antes que nada debemos examinar el camino que ha conducido al dominio de los estudios sociales de la ciencia al dilema actual. Como cualquier resumen, parecerá no hacer justicia a todos los trabajos (incluidos los míos), pero el objetivo de este post scriptum apunta al futuro de nuestro campo, no a su pasado.

El nombre del dominio «sociología del conocimiento científico» lo dice todo. Hasta ahora ha consistido en la *aplicación* de las ciencias sociales (principalmente la sociología, pero también la antropología) a la práctica de la ciencia. El avance decisivo tuvo lugar cuando se comprendió que, contrariamente a lo que la sociología tradicional del conocimiento y la sociología mertoniana de la ciencia nos habían dicho, el *contenido* de la ciencia era completamente analizable y que la implementación de ese programa de investigación era *una tarea única* para los historiadores, sociólogos, filósofos y economistas. Tomo estos dos puntos como establecidos fuera de toda duda (Shapin, 1982; y la presente obra).

Sin embargo, las dudas vuelven cuando nos centramos en los recursos *explicativos* utilizados para dar cuenta de la práctica científica. Nuestro dominio es un campo de batalla en el que se han esparcido explicaciones interrumpidas. Todos los intentos de usar la macrosociología para entender el microcontenido de la ciencia están llenos de dificultades, pues sólo se han explicado rasgos muy amplios como las modas, las visiones del mundo y las culturas. Los únicos programas de investigación que han tenido éxito han sido aquellos que han utilizado una sociología más precisa: la etnometodología, la microsociología, el interaccionismo simbólico, la antropología cognitiva, la historia cultural y la historia de las prácticas. El problema de estos programas es que, en el fondo, explican muy bien los detalles de la práctica científica, pero pierden por completo el rastro de los principales objetivos de la macrosociología, es decir, una explicación de lo que mantiene unida a la sociedad. A todos ellos se les ha acusado (con justicia) de producir buenos estudios de casos particulares, sin la más mínima teoría social ni relevancia política. Parece como si la ciencia social fuera lo bastante sutil como para explicar el contenido de la ciencia pero dejase sin clarificar la construcción de una sociedad global, y como si la macrosociología, lográndolo, hiciera desaparecer de la vista los detalles de la ciencia. Cuando se incluyen estudios literarios aún es peor, puesto que entonces se obtienen estudios muy precisos de la retórica científica, pero se renuncia al más mínimo vestigio de explicación social. Si se introducen las ciencias cognitivas todavía es peor, dado que los científicos sociales deben renunciar a su interés por cualquier explicación no cognitiva o quedar relegados a un apéndice. Es como si no pudiéramos abarcar con la mirada, al mismo tiempo, la sociología y el contenido de la ciencia.

Otra forma de resumir el diagnóstico es decir que la mayoría de los llamados estudios sociales de la ciencia son, en gran parte, estudios *internalistas*. No lo parecen así al mundo angloparlante, debido a la forma tan abstracta en que se ha desarrollado la filosofía de la ciencia en la tradición angloamericana, antes de que nosotros empezáramos a trabajar. Cuando, por ejemplo, Harry Collins añadió a las ondas gravitatorias animales como la replicación, la negociación, las modas, los conjuntos centrales y la autoridad, los filósofos de la ciencia confundieron ese zoo con lo social (y lo mismo le pasó a Collins (1985)). Vistos, sin embargo, desde un punto de vista continental, la mayoría de las tesis «sociológicas» podrían haberlas formulado (y de hecho lo hicieron) filósofos *internalistas* instruidos por la historia de la práctica científica, como Duhem, Mach, Bachelard o Canguilhem. Los estudios sociales de la ciencia no añadían la sociedad a la ciencia, sino que aportaban algo de condimento histórico a la, a menudo, insípida filosofía de la ciencia angloparlante. Ahora está claro que es *tan difícil* enlazar las principales preocupaciones de la sociología y la política con los estudios microsociológicos de la ciencia, como fue en el pasado enlazarlas con el internalismo rabioso. Si los miramos fríamente, la mayoría de estudios de casos son explicaciones internalistas insertadas entre explicaciones macro y mesosociológicas, sin demasiada conexión entre ambas. La razón por la que esta situación no parecía tan evidente en un primer momento era porque todos teníamos que luchar contra los dictados de la sociología mertoniana, la reconstrucción racional de la ciencia y la historia de las ideas, que afirmaban la imposibilidad *por principio* de estudiar la práctica científica. Su terquedad nos forzaba a adoptar una postura polémica. Ahora que la batalla está más o menos ganada y que podemos analizar en paz la calidad de las explicaciones dadas sobre la construcción social de los contenidos de la ciencia, es justo reconocer que son deficientes. Pocas de ellas vinculan de forma convincente la fabricación de la macrosociedad a los contenidos de la ciencia, y la mayoría estudían porciones y fragmentos de redes, pero dejan sus cabos sueltos. A lo que llegan los mejores estudios es a desplegar niveles sucesivos, uno encima del otro, siendo el primero distintivamente «macro», mientras que el último es claramente técnico. ¡Preparan bocadillos de varios pisos en lugar de hamburguesas!

El diagnóstico no es nuevo. Fue, por el contrario, el punto de partida de las ramas radicales de los estudios «sociales» (ahora entre comillas) de la ciencia. Los reflexivistas han sostenido siempre que no era deseable proporcionar una explicación social del contenido científico, puesto que ello significaría que la sociología sería inmune al tratamiento crítico que ella misma aplicaba a la química o a la física (Woolgar, 1988; Ashmore, 1989). Los etnometodólogos fueron mucho más lejos cuando negaron toda relevancia a la sociología y afirmaron que no debería proporcionarse ninguna explicación social en absoluto. Por el contrario, dicen, es el contenido técnico local de los practicantes el que debe utilizarse para explicar su propio mundo. «No hay que usar más metalenguaje que el lenguaje de las mismas ciencias» es el principio de Garfinkel-Lynch, en el que a penas se distingue una nueva forma de internalismo de la sociología radical (Lynch, 1985). Lo mismo podría decirse de nosotros, los llamados teóricos del «actor-red». Extendemos el principio de simetría a las ciencias sociales y afirmamos que estas son también parte del problema, no de la solución. El crecimiento de las redes a través de las traducciones sustituye a las diferencias de escala entre los niveles micro, meso y macro. Exactamente como para los relativistas y etnometodólogos, se disuelve el problema de una explicación social (Callon, 1989; Law, 1986a; y la presente obra). Pero lo mismo ocurre con los recursos para entender nuestra propia posición. Puede que las redes sean «entramados sin costuras», pero para nuestros colegas y, a pesar de todo, amigos, parecen un concepto que lo abarca todo, en el que todo es posible y en el que ya nada es claro y distinto. Como todo es una red, nada lo es (Shapin, 1988; Collins y Yearley, 1990).

¡Vaya diagnóstico tan pesimista! Las escuelas más conservadoras no han logrado establecer un vínculo continuo entre los contenidos de la ciencia y los temas de la sociología. Los grupos que han reconstruido el objetivo mismo de una explicación social han acabado en la esterilidad, en una jerga incomprensible o en un laberinto

de redes enmarañadas. El nudo gordiano que mantenía unidas la ciencia y la sociedad antes de que la espada de Alejandro lo cortase en dos ¡está todavía esperando a que alguien, con la paciencia suficiente, lo ate de nuevo!

Aunque haya dramatizado en exceso el apuro en que nos encontramos, sigue siendo cierto que los ajenos al campo nos ven de esa forma. Independientemente de lo que escribamos o digamos, tanto los amigos como los enemigos describen el campo de los estudios sociales de la ciencia como el tratamiento «meramente social» (Star, 1988). De esa forma no les es difícil argumentar luego que, a la explicación «meramente social» o «sociohistórica», debería añadirse ahora otra explicación más internalista. No es sorprendente que muchos de nuestros críticos, sintiéndose justificados, se regocijen y afirmen que es completamente imposible analizar la ciencia en término sociales, que ya hace mucho tiempo que habían mostrado esa imposibilidad a partir de los primeros principios y que sus estudiantes graduados deberían volver al estudio de los científicos (o de la ciencia), a las ciencias cognitivas tan de moda, a la filosofía normativa o a las ciencias políticas. ¡Regresemos al sentido común! !Muera el constructivismo! ¡Basta de teoría! Como muchos historiadores ateoréticos, perturbados por un momento, quizá crean que como los archivos esperan para ser examinados, ya no necesitan la ayuda de esos sociólogos chiflados.

Este es el callejón sin salida. Esta es la trampa que nos hemos construido y de la que debemos escapar reasumiendo nuestro rápido progreso, sin aceptar esos programas de investigación reaccionarios que se presentan a sí mismos como sentido común, o que afirman descansar confortablemente en el justo término medio entre el internalismo y el externalismo.

2. CIENCIA UNIDIMENSIONAL

«Radical», «progresista», «conservador», «reaccionario», «justo término medio», utilizo deliberadamente todos estos adjetivos políticos porque rememoran la misma orientación que es la causa del punto muerto del que quiero escapar. Un radical es alguien que afirma que el conocimiento científico se construye enteramente «a partir de» relaciones sociales; un progresista es alguien que diría que está «parcialmente» construido a partir de relaciones sociales pero que, al final, la naturaleza acaba de alguna forma «filtrándose». Al otro lado de este tira y afloja, un reaccionario es alguien que afirmaría que la ciencia deviene realmente científica sólo cuando finalmente se desprende de todo atisbo de construcción social; mientras que un conservador diría que, aunque la ciencia se escapa de la sociedad, hay todavía factores de la sociedad que acaban «filtrándose» e influyen en su desarrollo. En medio quedaría el insípido brebaje de los que añaden un poquito de naturaleza a un poquito de sociedad y evitan los dos extremos, modelo según el cual podemos clasificar la mayor parte de nuestros debates. Si uno va de izquierda a derecha es porque debe ser un constructivista social; si, por el contrario, uno va de derecha a izquierda, es porque debe ser un realista cerrado. Como indican las dos flechas del siguiente diagrama, las explicaciones en este marco de referencia sólo tienen cabida si se empieza en uno u otro de los extremos, la naturaleza o la sociedad, para luego trasladarse hacia el opuesto. O bien uno es un «realista natural» y explica la evolución de la sociedad, el establecimiento del consenso, por el estado de la naturaleza, o bien uno es un «realista social» y explica, mediantes factores sociales, cómo los humanos establecen cuestiones de hecho, o incluso también puede alternar las dos posturas (Collins y Yerley, 1990). Todos los casos intermedios se entienden como mezclas de las dos formas puras, la naturaleza y la sociedad.

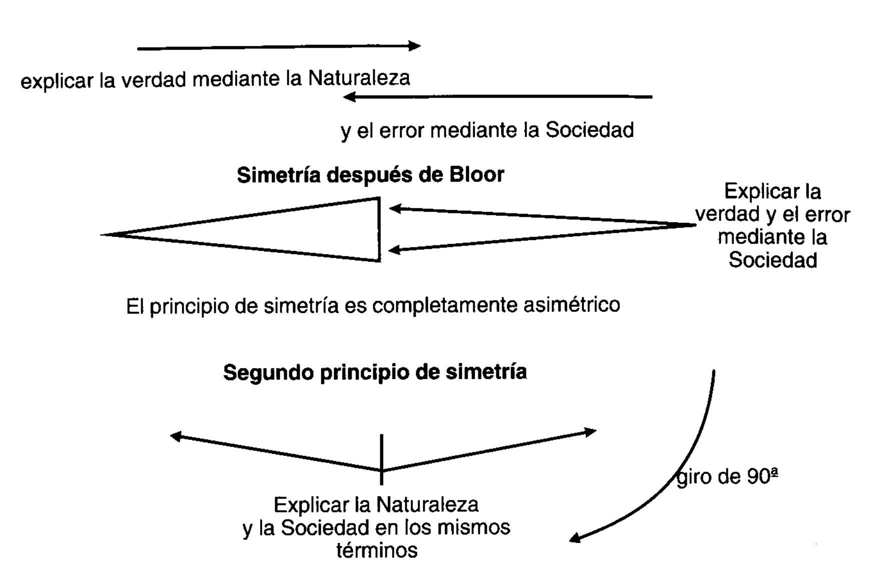


Figura 1

El tira y afloja se juega en una sola dimensión. Jugar así es divertido, pero tras 20 años de juego podríamos cambiar a otros, especialmente si tenemos en cuenta que los vínculos entre la naturaleza y la sociedad que queremos explicar se hacen incomprensibles. Afirmo que la única forma de continuar con nuestro trabajo es abandonar ese marco de referencia y establecer otro modelo, tanto más cuanto que otros investigadores siguen haciéndolo más sutil, más preciso, añadiendo divisiones más finas y otras etiquetas al mismo modelo unidimensional (Giere, 1988). No queremos particiones más finas ni nuevas escuelas de filosofía de la ciencia. Queremos que la filosofía haga su trabajo y descubra el origen de ese modelo, con objeto de que podamos superarlo.

El modelo que rige nuestros debates fue establecido por Kant por razones polémicas y, desde entonces, los sociólogos, al igual que los filósofos de la ciencia, lo han adoptado sin rechistar. Kant desplazó los recursos a los dos polos (las cosas en sí, por un lado; el sujeto trascendental, por otro), que al unirse explicarían el conocimiento. Esa fue la fundación de la crítica que nos hizo modernos, más modernos.[1] Naturalmente, el conocimiento empírico científico aparecía en el centro, pero ese centro, el fenómeno, se entendía sólo como el *punto de fusión* de los dos conjuntos depurados de recursos, provenientes del polo-sujeto o del polo-objeto.

Existen dos razones por las que este modelo no pareció tan malo en un principio. Para empezar, los filósofos y los sociólogos luchaban tan violentamente por ocupar el polo del sujeto designado por Kant (el lugar del Sol en su revolución copernicana), que no se dieron cuenta de que no había mucha diferencia[2] si el gobernador electo era el sujeto de Kant, la macrosociedad de Durkheim, las *epistemes* de Foucault, la praxis de Dewey, los juegos de lenguaje de Wittgenstein, los colectivos de científicos, los cerebros y las neuronas, las mentes o las estructuras cognitivas, mientras el gobernador único capitalizase todos los recursos explicativos y tuviese al objeto girando en torno a él. De dónde vengan (la trascendencia, la evolución, la práctica, las estructuras innatas) tampoco importa demasiado mientras, al final, el fenómeno quede moldeado por la primera autoridad de este polo del Sol. La rivalidad interna entre las escuelas escondía la identidad de la posición, que de forma tan tenaz, se intentaba ocupar. Si los comparamos con la importancia del marco de la crítica, los debates en los que se oponen las categorías innatas a las *epistemes* individuales, las mentes individuales a los grupos de científicos, las trayectorias neuronales a las estructuras sociales, parecen secundarios.

La segunda razón por la que este marco tuvo una importancia tan grande es que era firmemente asimétrico. El Sol era lo que importaba, no el objeto que giraba a su alrededor, y por lo tanto no había disputas acerca de cómo modificar el *status* del objeto. Realmente parecía que si uno podía ocupar el lado derecho del esquema, la mayor parte del lado izquierdo quedaría explicada. A partir de Kant, las cosas en sí se abandonaron en verdad a su propia suerte, sin iniciativa, sin actividad, moldeadas pasivamente y estructuradas por los diversos modelos de categorías que se les imprimían. Su única tarea era garantizar el carácter trascendental y no humano de nuestro conocimiento, con objeto de evitar las calamitosas consecuencias del idealismo. De forma paradójica, la crítica utilizó el hermoso movimiento de la revolución copernicana para describir una empresa antropocéntrica (sociocéntrica o logocéntrica).

En nuestro pequeño campo, el libro de Bloor (1976) supuso el apogeo de esta filosofía asimétrica. Como un hijo obediente de la crítica, Bloor eligió las estructuras sociales de Durkheim para ocupar el lugar del Sol y dio el nombre de «simetría» al principio que nos exigía explicar el éxito y el fracaso en el desarrollo de la ciencia con los mismos términos sociológicos. Sin duda fue un gran avance, puesto que hasta entonces sólo la buena ciencia se explicaba apelando a la naturaleza y sólo la mala apelando a la sociedad. Sin embargo, el éxito mismo de dicho principio de simetría disfrazó la completa asimetría del argumento de Bloor. ¡Se suponía que la sociedad debía explicar la naturaleza! Partimos de uno de los polos para dar cuenta del otro.

Si el diagrama unidimensional que he trazado parece ingenuo y superficial, incluso tras el «programa fuerte» de Bloor, podría muy bien ser que nuestra filosofía implícita fuese realmente tan ingenua y superficial. Lo que es cierto es que es unidimensional, y con eso hay bastante para explicar el punto muerto del que he hablado: si cualquier movimiento a partir de uno de los polos se dirige hacia el otro, significa que cada nueva posición (sea cual sea su originalidad, dirección y trayectoria) se sitúa a lo largo de esa línea única, como una combinación particular del polo- objeto y del polo-sujeto/colectivo. Los dos puntos de atracción en los extremos de la línea son tan fuertes que cada nueva posición es aceptable en la medida en que dé más fuerza a uno de los dos equipos que participan en el tira y afloja. El muro de Berlín ha caído, se dice que las ideologías han desaparecido, pero realistas y constructivistas siguen posicionándose mutuamente como si estuviésemos en los peores días de los años sesenta, cuando nuestras opiniones debían clasificarse como de izquierdas o de derechas.

Afortunadamente, los dos factores que hacían inevitable el marco de referencia unidimensional ya han desaparecido: de los fracasos relativos de los estudios sociales de la ciencia hemos aprendido que las distintas escuelas que se esforzaban por ocupar la posición del sujeto/sociedad no se diferenciaban entre sí en cuanto a la estructura general de la explicación. Hemos conocido además, el origen histórico de esta asimetría filosófica entre los dos polos, entre la representación de las cosas y la representación de los humanos (Shapin y Schaffer, 1985; Serres, 1987; Latour, 1990b). Hasta hoy, Bloor no se ha dado cuenta de que su principio no puede implementarse, a menos que se introduzca otra simetría mucho más radical, una simetría que trate ahora al polo-sujeto/sociedad *de la misma forma* que al polo-objeto (Callon, 1985). Este giro de 90 es lo que llamo «un giro más después del giro social» (figura

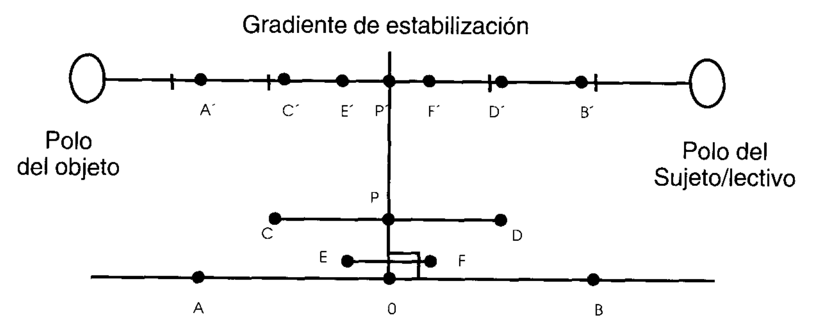


Figura 2

2). Pero para llevarlo a cabo, y sacar así a nuestro campo del punto muerto, necesitamos establecer otro modelo que nos proporcione una nueva dimensión.

3. UNA REVOLUCIÓN CONTRACOPÉRNICANA

Por lo menos, el problema está ahora bien definido. ¿Es posible modificar la posición respectiva de los dos puntos de atracción, el polo-objeto y el polo-sujeto/colectivo? ¿Es posible modificar su número: uno, tres, muchos? ¿Es posible construir otra escala que nos permita evaluar los trabajos y debates, en una segunda dimensión irreductible a la que hemos descrito más arriba? ¿Es posible hacer todo esto sin una jerigonza que añada más oscuridad a la oscuridad y sin dejar el terreno firme de los estudios de casos empíricos de la práctica científica, terreno que, como he dicho, es la única certeza estable de este nuevo campo común a los sociólogos, filósofos e historiadores de la ciencia?

Un vistazo a la literatura de nuestro campo muestra que estas cuestiones no tienen todas el mismo nivel de dificultad. Paradójicamente, las dos últimas se presentan como las más difíciles, puesto que nadie, que yo sepa, ha ofrecido un modelo claro para evaluar los trabajos y debates, un modelo como mínimo tan preciso como el que queremos rechazar, y puesto que muchos de los filósofos que han intentado «superar la dicotomía sujeto- objeto» han sido incapaces de ofrecer una descripción precisa de la práctica científica y han quedado envueltos, a menudo, por una densa niebla.

Empecemos por la parte relativamente «fácil», la ontológica. La primera maniobra

es una revolución contracopernicana que obligue a los dos polos, naturaleza y sociedad, a trasladarse al centro y fundirse entre sí. Esta fusión no es, sin embargo, un asunto sencillo: las propiedades de los dos polos tienen que redistribuirse por completo, puesto que fue su separación lo que los definía. La principal característica del polo-objeto era garantizar que el mundo del conocimiento no fuese una construcción humana (fuera cual fuera la definición de humano que adoptásemos: el sí mismo, la mente, el cerebro o lo colectivo), mientras que la propiedad más importante del polo-sujeto era, por el contrario, garantizar que nuestro conocimiento fuese una construcción humana (independientemente de la definición de actividad humana que se eligiera: el sujeto trascendental, la sociedad, la mente, el cerebro, las *epistemes*, los juegos de lenguaje, la praxis o el trabajo). Además, la distinción misma entre los dos polos (la distinción que Kant hizo tan marcada) justificaba que esas dos garantías *no* se confundiesen, porque las dos trascendencias, la del objeto «ahí fuera» y la del sujeto/sociedad «ahí arriba», son fuentes de autoridad *sólo si están tan alejadas entre sí como sea posible* (Shapin y Schaffer, 1985). No deben mezclarse, de la misma forma que no deben hacerlo el poder ejecutivo del Gobierno y el poder judicial.[3]

La palabra «hecho» resume este triple sistema de garantías. Un hecho es, al mismo tiempo, lo que se fabrica y lo que no es fabricado por nadie. Pero los dos sentidos de la palabra nunca se presentan simultáneamente, por lo que siempre sentimos la necesidad de alternar entre dos explicaciones asimétricas de la solidez de la realidad: el constructivismo y el realismo.

¿Cómo podemos fusionar los dos polos y seguir conservando todavía sus propiedades principales?

a) El origen no humano del conocimiento.
b) Su origen humano.
c) La separación completa entre los dos.

Si conservamos las tres al mismo tiempo, es imposible seguir maniobrando, puesto que las tres juntas definen la crítica sobre la que se basa el dominio entero de los estudios de la ciencia. Si abandonamos la primera, caemos en las diversas ramas del constructivismo social, obligados a construir nuestro mundo a partir de relaciones sociales. Si abandonamos la segunda, caemos en las diversas ramas del realismo y construimos la sociedad a partir de la naturaleza. El único camino que debería quedar descartado es el tercero. ¿Está demostrado que los dos primeros garantizan y entran en vigor *únicamente* por la crítica o la constitución moderna, que impone su separación completa y clasifica todas las explicaciones en dos repertorios asimétricos? Tan pronto como se plantea la cuestión, el punto de vista se traslada a una dimensión ortogonal respecto a la primera, y aparece una simetría sorprendente: los dos repertorios asimétricos del realismo y el constructivismo son, cada uno, la imagen refleja del otro. Su simetría es tan exacta que se puede encontrar un marco completamente coherente si conservamos las dos primeras garantías y descartamos la tercera. Claro que hay que pagar un precio: abandonar la crítica o, con otras palabras, reescribir la constitución moderna.

Sin duda, el abandono de la tercera garantía afectará considerablemente a las dos restantes. Como ocurre en toda estructura muy cohesionada, la extracción de uno de los componentes altera la posición de los otros.

Primera modificación. En lugar de las dos trascendencias opuestas de la naturaleza[4] y la sociedad (por no mencionar la de Dios expulsado), nos queda sólo *una* trascendencia. Vivimos en una sociedad que no hemos construido nosotros, individual o colectivamente, y en una naturaleza que tampoco hemos fabricado. Pero la naturaleza «ahí fuera» y la sociedad «ahí arriba» ya no son ontológicamente distintas. No construimos la sociedad más que la naturaleza, y su oposición ya no es necesaria.

Segunda modificación. En lugar de proporcionar los recursos explicativos para dar cuenta de los fenómenos empíricos, es esta trascendencia común lo que hay que explicar. En vez de ser las *causas* opuestas de nuestro conocimiento, los dos polos constituyen una misma consecuencia de una práctica común que ahora se convierte en el único objetivo de nuestro análisis. La sociedad (o sujeto, mente, cerebro,...) no puede utilizarse para explicar la práctica de la ciencia y, por supuesto, tampoco la naturaleza, puesto que ambas son el resultado de la práctica de hacer ciencia y tecnología (véanse reglas 3 y 4 de esta obra). Contrariamente a lo que esperan los investigadores «sociales» de la ciencia, y contrariamente a lo que temen sus oponentes, si se quiere rechazar uno de los dos realismos (el social o el natural) deben rechazarse *conjuntamente* los dos, dado que son uno y el mismo. Si no, hay que conservarlos a ambos. Este nuevo principio de simetría generalizado se sigue directamente del desarrollo de los estudios de la ciencia y es, en mi opinión, su descubrimiento filosófico más importante. Hasta que las ciencias sociales no aplicaron su instrumental a la naturaleza y a la ciencia simultáneamente, la identidad de las dos trascendencias y el carácter común de su construcción quedaban en la oscuridad. Incluso cuando se estudiaron conjuntamente la ciencia establecida y la sociedad estable, su producción común era todavía invisible. Sólo cuando la ciencia en acción y la sociedad en proceso de construcción se estudiaron simultáneamente, se hizo observable este fenómeno esencial. Por eso, la solución intermedia (el realismo social alternado con el relativismo natural) por la que han abogado durante muchos años colegas como David Bloor o Harry Collins, es, a largo plazo, contraproducente para el campo y para sus propios programas (Callon y Latour, 1990).

Tercera modificación: es un corolario directo de las otras dos. En lugar de explicar siempre, mediante una mezcla de las dos trascendencias «puras», la actividad de construcción de la naturaleza/sociedad, ahora esta se convierte en la *fuente* a partir de la cual se originan la sociedades y las naturalezas. En la constitución moderna, nada interesante ocurría en el punto de fusión de los dos polos (el fenómeno), dado que no era más que eso: en el mejor de los casos; un lugar de encuentro, en el peor, un límite difuso. En lo que, a la espera de un término mejor, llamo «constitución no moderna», todo lo interesante empieza en lo que ya no es un lugar de encuentro, sino el origen de la realidad. En la constitución moderna, lo único que se podía decir es que esa producción era un híbrido de las dos formas puras; en la no moderna es una descripción insuficiente hablar de híbridos o monstruos. Las ondas gravitatorias de Collins, la bomba de aire de Shapin y Schaffer, las conchas de Callon, los microbios de Geison, por recoger sólo algunos ejemplos, no se definirán como seres medio naturales, medio sociales. No son ni objetos ni sujetos, ni una mezcla de los dos. Por eso, siguiendo a Serres (1987), los llamo *cuasiobjetos*. Es a partir de su producción y circulación que surge algo parecido, de alguna forma, a la naturaleza «ahí fuera», y también, de otra forma, a la sociedad «ahí arriba». ¿Qué metáfora podría expresar esta inversión? Puede que la naturaleza pura y la sociedad pura existan, pero son como dos placas tectónicas sólidas, producidas al enfriarse el magma líquido caliente que emerge de las simas. El objetivo de nuestra tarea es explorar la sima y tener en cuenta la temperatura y dirección del flujo.

Cuarta modificación. La historia, que la constitución moderna guardaba bajo llave, vuelve al centro. Como todo lo que pasara tenía que ser el descubrimiento de la naturaleza «ahí fuera» o bien la construcción de la sociedad «ahí arriba», la historia debía ser un juego de suma cero que se explicaba mediante dos listas de

ingredientes, una proveniente de la naturaleza, la otra, de la sociedad. Ahora, por el contrario, es el escenario de los experimentos lo que produce y da forma a los nuevos actuantes,[5] que incrementan entonces la larga lista de ingredientes constitutivos de nuestro mundo. La historicidad regresa y fluye de los experimentos, de las pruebas de fuerza (Latour, 1990a). No tenemos, por un lado, una historia de los acontecimientos humanos contingentes y, por otro, una ciencia de las leyes necesarias, sino una historia común de las sociedades y las cosas. Los microbios de Pasteur no son ni entidades atemporales descubiertas por Pasteur, ni el dominio político impuesto por la estructura social del Segundo Imperio al laboratorio, ni tampoco una mezcla cuidadosa de elementos «puramente» sociales y fuerzas «estrictamente» naturales. Son un nuevo vínculo social que redefine, al mismo tiempo, los constituyentes de la naturaleza y los de la sociedad.

Quinta (¿y última?) modificación. La actividad ontológica que ya no está capitalizada por los dos extremos, puede redistribuirse entre los actuantes. La necesidad que el sistema dual tenía de apelar, bien a la naturaleza, bien a la sociedad, era la causa de que en el marco kantiano todas las agencias debieran asignarse a dos, y sólo dos, listas. Ahora que nos hemos liberado de esa necesidad, tenemos derecho a tener *tantos polos como actores haya*. Este principio irreduccionista es, probablemente, la consecuencia más antiintuitiva de los estudios de la ciencia, pero es necesaria y coherente (Latour, 1988, parte II). Los monstruos que la constitución moderna quería adherir a dos formas puras (entelequias, mónadas, campos, fuerzas, redes) han vuelto y reclaman un estatus ontológico que no se asemeje al de las desamparadas y pasivas cosas-en-sí, ni tampoco al de los humanos-entre-sí. Son demasiado sociales para parecerse a las primeras, y demasiado no humanos para parecerse a los segundos. Esos actores que, a pesar de todo, son enteramente no humanos y enteramente reales, reclaman para sí la dignidad, la actividad y la habilidad para construir el mundo. Meros intermediarios en la constitución moderna, se convierten en árbitros hechos y derechos en la no moderna, la más democrática. Sí, el nudo gordiano vuelve a atarse de nuevo, y bien fuerte.[6]

El problema de esta revolución contracopernicana es que parece absurda si la situamos en el marco de referencia realista- constructivista, puesto que cada lectura de la nueva producción de objeto-sujeto la presentará como una nueva solución «intermedia». O, peor aún, como el nuevo marco no hace referencia a los dos extremos, la naturaleza y la sociedad, que antes permitían hacer una interpretación coherente, parece como si se hubiera abandonado el sentido común y un campo completamente oscuro de estudios de la ciencia fuera a reemplazar a otro, de miras más estrechas, pero por lo menos bien definido. Si, por ejemplo, empiezo a dotar de actividad a los no humanos, entonces los sociólogos de la ciencia (Collins y Yearly, 1990) protestarán de nuevo, argüyendo que se trata de un regreso a las obsoletas posiciones realistas, a pesar de que los nuevos y activos no humanos sean totalmente distintos de las aburridas e inactivas cosas-en-sí de la trama realista. Y a la inversa, si hablo de una historia de las cosas, los filósofos realistas enseguida empezarán a acusarme de negar la realidad no humana de la naturaleza, como si yo estuviese pidiendo a los actores que interpretasen el mismo papel soporífero de humanos-entre-sí, tan común en las historias de los sociólogos. Por otro lado, su mutua indignación es comprensible puesto que no disponen de más marco de referencia que el moderno y, por ello, no pueden situar nuestra posición con su instrumental. Después de haber escrito tres libros para mostrar la imposibilidad de una explicación social de la ciencia y haber sido elogiado (y más a menudo castigado) por proporcionar una explicación social, ahora estoy convencido de que no podremos progresar a menos que cambiemos nuestra piedra de toque.

4. AÑADIR UNA SEGUNDA DIMENSIÓN

Una vez esbozada la ontología de una viable sustituta de la constitución moderna, el siguiente objetivo es establecer un modelo preciso para situar las diversas posiciones y diferenciar los matices en los debates, de forma tan precisa (o más, si es posible) como con el anterior instrumento. Si dibujo el nuevo modelo obtengo un diagrama innegablemente tosco, pero no olvidemos que la filosofía implícita en los estudios de la ciencia puede ser igual de tosca. El modelo unidimensional permitía situar cada entidad sobre la línea del objeto-sujeto. Ya he mostrado que, aunque eso podía ser útil, no hacía justicia a la mayoría de los descubrimientos de los estudios de la ciencia: los objetos y los sujetos son consecuencias tardías de una actividad experimental e histórica que no distingue claramente si una entidad está «ahí fuera» en la naturaleza o «ahí arriba» en la sociedad. Lo cual significa que cada entidad debe clasificarse además según su grado de estabilización.

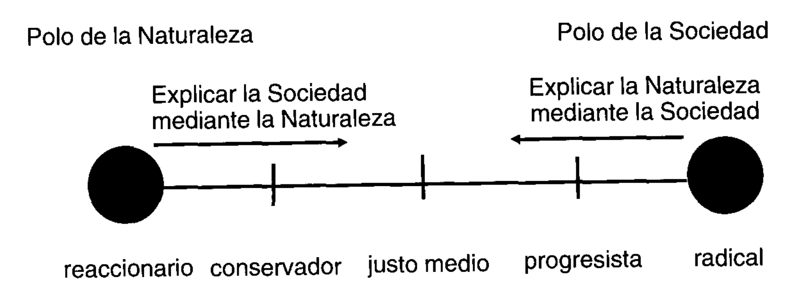


Figura 3

La figura 3 es un intento de definir cualquier entidad mediante dos conjuntos de coordenadas, en lugar de uno solo. Un eje es la distancia a P, el centro del fenómeno en el escenario kantiano, y va al polo sujeto/colectivo o al polo objeto. El otro es el grado de estabilización y va de O a P', de la inestabilidad a la estabilidad. El diagrama muestra claramente que el modelo unidimensional que he criticado más arriba, corresponde sólo a *un* valor en el gradiente de estabilización. Cuando todo queda establecido todavía existe una clara diferencia entre A' «ahí fuera» y B' «ahí arriba». Los microbios de Pasteur se descubrieron o construyeron evidentemente a partir de actuantes naturales y materiales no sujetos al control de nuestros deseos humanos; las ideas higiénicas sobre la asepsia y la antisepsia son medios certeros de clausurar la disputa entre la salud y la riqueza durante el Segundo Imperio. Debido a ese valor de OP, los investigadores de la ciencia se ven atormentados entre las dos trascendencias alternativas: una naturaleza que no es una construcción social y una sociedad que no tiene un origen natural. Tienen que explicar los logros de Pasteur a partir de cómo es la naturaleza, dar cuenta de sus descubrimientos a partir de los constituyentes de la sociedad, escoger cualquier mezcla intermedia de naturaleza pura y sociedad pura, o bien, por último, moverse a voluntad entre el naturalismo extremo y (¿puedo decirlo?) el socialismo extremo.

Pero supongamos que quiero escribir un libro sobre los microbios de Pasteur en el que cambie el valor de todo el debate a lo largo del «gradiente de estabilización» (Latour, 1988). Supongamos que me dedico a explorar la línea CD en lugar de la A'B', o incluso la EF. La gama completa de posiciones se comprime en la parte media y se hace posible una nueva explicación de las entidades con las que lucha

Pasteur. El microbio ¿es una entidad viva, química, física o social? Esa es todavía una cuestión incierta. ¿Es la naturaleza lo suficientemente amplia como para alojar a unos microbios poderosos e invisibles? Lo aprenderemos de los experimentos de Pasteur. ¿Son capaces el Segundo Imperio y la Tercera República de absorber o redefinirse por los nuevos vínculos sociales que añadirán la multitud de microbios a las relaciones sociales normales? Lo aprenderemos de los laboratorios de Pasteur. Mientras que para una valor alto del «gradiente de estabilización» es importante decidir si algo es social o natural, no tiene sentido hacerlo para valores más bajos, porque aquí es donde se define lo que son las naturalezas y las sociedades.

Naturalmente, como el diagrama indica muy bien, si ahora proyectase el estado de la construcción de la naturaleza/sociedad que estudio, sobre el modelo unidimensional, mi análisis se malinterpretaría por completo. Se entendería que C' indica la emergencia de un actuante natural estabilizado (el microbio no humano jugaría un gran papel en mi historia), y se entendería que D' indica que concedo demasiada actividad a los grupos sociales estabilizados (o demasiado poca, según quien haga la reseña del libro). Peor aún, si EF se proyectase sobre la misma línea, ¡E' y F' se interpretarían como una solución insípida a la polémica entre realismo y constructivismo! Se me vería, así, como si intentase escapar al dilema internalismo/externalismo comprimiendo mis entidades alrededor de P', el seguro y justo término medio, el punto de fusión de la naturaleza y la sociedad. Pero no sólo me interesa P', me interesan todos los valores que se dan a lo largo de la dimensión ortogonal. En lugar de tener interminables discusiones acerca del constructivismo social, ¿sería mucho pedir que centrásemos nuestros debates en torno a otros valores del gradiente de estabilización?

Existe otra gran ventaja de desdoblar nuestros debates en dos dimensiones en vez de una sola: los puntos se convierten en líneas. En cuanto consideramos los dos conjuntos de coordenadas como una entidad única (por un lado, su naturalidad o sociabilidad, y por otro, su grado de estabilización), podemos hacer justicia a la ontología variable de las entidades que todos analizamos en nuestros estudios de casos. La bomba de aire de Boyle, los microbios de Pasteur, los electrones de Millikan, no deben definirse como puntos en un diagrama unidimensional, sino como *trayectorias* en uno bidimensional. El «mismo» microbio puede estar cerca de E, luego de F, luego de B', luego de A' y luego de C', dependiendo de su historia. La «misma» entidad puede encontrarse en muchos estados, ser impuramente social, luego puramente social, luego puramente natural y luego impuramente natural. Un «mismo» actuante será inmanente y luego trascendente, fabricado y no fabricado, fabricado por el hombre o descubierto, elegido libremente o impuesto sobre nosotros como un *fatum*. Por usar aún otras palabras, las esencias devienen existencias, y luego esencias de nuevo. Los cuasiobjetos pueden alternar su estado y convertirse en objetos, sujetos, cuasiobjetos de nuevo o desaparecer por completo. Afirmo que el interés filosófico más importante de los estudios de la ciencia reside en habituarnos a considerar estas ontologías variables. Todo actuante cuenta con una firma original en el diagrama anterior y tendrá tantos «microbios» como puntos haya a lo largo de la trayectoria.

Ultimamente se han propuesto numerosas expresiones para definir dicha trayectoria. Serres (1987) utiliza el término «cuasiobjeto» para designar lo que circula por lo colectivo y lo moldea por su misma circulación. Callon (1985) ha propuesto el término «actor- red» para englobar la misma función doble de construcción de la naturaleza y construcción de la sociedad. De forma más restringida, Shappin y Schaffer (1985) han propuesto las «formas de vida», y Lynch (1985) la «práctica experimental», para designar la actividad que posibilita el experimento hecho en el laboratorio silencioso y que construye a la sociedad. He jugado con términos como «aliados», «objetos colectivos», «entelequias», «actuantes», «redes» o «modalidades». Todas estas expresiones, sin embargo y dado que designan estados, procesos y acciones, pueden dar lugar a equívocos si se entienden como un único polo del marco unidimensional o como una mera combinación de los dos. Si se quiere proceder correctamente, hay que ajustarlas al nuevo modelo bidimensional. Si se las interpreta como si designasen puntos, dejan de tener sentido; sólo lo tienen cuando se utilizan para ampliar las variedades ontológicas de esos extraños monstruos que hemos descubierto.

«Monstruos», «embrollos», «mezclas» son términos ambiguos. La paradoja estriba en que, con el modelo unidimensional, los investigadores de la ciencia no pueden explicar sus propios descubrimientos. La razón por la que todos decidimos dedicarnos a estudiar los laboratorios, las controversias activas, las técnicas, la construcción de instrumentos o las entidades emergentes, era porque queríamos observar el estado inestable de la naturaleza/sociedad y documentar lo que ocurría en esas situaciones extremas e insólitas. Por otro lado, la mayoría de los filósofos de la ciencia y todos los científicos sociales sólo tomaban en consideración, por el contrario, conjuntos estabilizados de naturalezas frente a conjuntos estabilizados de sociedades, o bien sólo permitían que únicamente uno de ellos fuera inestable al mismo tiempo. La desavenencia es completa puesto que lo que para nosotros es la regla, para ellos es la excepción. Nosotros vemos únicamente una sociedad/naturaleza emergente, ellos sólo tienen en cuenta entidades puramente sociales o estrictamente naturales. Lo que para ellos es la regla, para nosotros es la excepción. Mientras que ellos están obsesionados por los debates entre el «ahí fuera» y el «ahí arriba», nosotros nos centramos en una región desconocida hasta ahora que yo llamaría el «ahí abajo». Si sólo contásemos con el modelo unidimensional, considerásemos separados los dos lados, inspeccionáramos las líneas que parten de los extremos y tratásemos de explicar un agente usando como causas la naturaleza y la sociedad, seríamos incapaces de sospechar siquiera la existencia del fenómeno básico descubierto por los estudios de la ciencia, a saber, la coproducción colectiva de las cosas. Todas las entidades de la parte media inferior de la figura 3 se comprimirían alrededor de P', lugar de las interpretaciones insípidas. Por lo tanto, el marco empleado por todo el campo para calibrar la evaluación de sus estudios de casos es absolutamente incapaz de hacer justicia a lo que dichos estudios revelan. Lo único que se puede expresar acerca de las entidades es que son una maraña de ciencia y de sociedad, o un poquito de cada... No es sorprendente que el dominio se encuentre en un punto muerto:¡ni siquiera es capaz de definir los instrumentos que nos permitan leer sus propios resultados!

UN MUNDO NO MODERNO PARA LOS ESTUDIOS DE LA CIENCIA

Se cree demasiado a menudo que los investigadores de la ciencia deberían renunciar a la filosofía, o bien adoptar cualquier filosofía que estuviese a mano. En mi opinión, para dar sentido a los cuasiobjetos, los investigadores de la ciencia deberían tomarse la filosofía mucho más en serio; puede que incluso tengan que redefinir su propia metafísica para tratar los extraños rompecabezas ontológicos que su descubrimiento de los objetos colectivos revela. A mi entender, la originalidad de este descubrimiento no puede exagerarse. Usando de nuevo la terminología que he definido antes, los estudios de la ciencia nos conducen a un mundo *no moderno* (o amoderno). Hasta ahora, hemos estado determinados por la idea de que éramos modernos. Lo que

ahora estamos presenciando y lo que explica el actual interés por los estudios de la ciencia, es el fin de esa creencia, el fin de las dos Ilustraciones. La primera Ilustración usó el polo de la naturaleza para desbancar la falsa pretensión del polo social. Las ciencias naturales desvelaban, por fin, la naturaleza y acababan con el oscurantismo, el dominio y el fanatismo. La segunda Ilustración utilizó análogamente el polo social para desbancar la falsa pretensión del natural. Las ciencias sociales (la economía, el psicoanálisis, la sociología, la semiótica) desbancaban, por fin, las pérfidas afirmaciones del naturalismo y el cientismo. El marxismo, evidentemente, fue tan poderoso porque parecía unir las dos Ilustraciones: las ciencias sociales nos permitían criticar las ciencias naturales y sus poderes y dominaciones naturalizadas. Cuando, dolorosamente, se hizo patente hasta qué punto era insostenible el marxismo, nos trasladamos a lo que se denominó el «posmodernismo». Seguíamos siendo modernos, seguíamos queriendo desenmascarar, criticar y desvelar, pero el terreno firme sobre el que se apoyaba la fuerza de nuestro ataque se había quebrado. Parecía que, sin creer en un estado firme de la sociedad ni en un estado firme de la ciencia, sólo cabían la desesperación y el cinismo. Es en ese momento histórico cuando entraron en juego los estudios de la ciencia. Para ellos, un estado inestable de la sociedad *y* de la naturaleza, era una situación normal; lo que, en mi opinión, explica las actuales limitaciones de nuestro campo es que aún no hayamos reconciliado nuestros descubrimientos con nuestro marco filosófico. Seguimos creyendo necesario ser modernos o posmodernos cuando nuestros propios estudios apuntan hacia otro momento histórico: nos hemos hecho no modernos, es decir, nunca hemos sido modernos. De repente, dirigimos la mirada a nuestras ciencias, a nuestras tecnologías o a nuestras sociedades, y vemos que están a la par con lo que la antropología nos había enseñado de otras culturas.

Al darnos cuenta de ello, el marco moderno que hacía impensables los descubrimientos de los estudios de la ciencia, ha quedado completamente disuelto. Los dos polos de la línea horizontal en el modelo moderno se usaban para diferenciar entre los pocos colectivos que tenían acceso a la naturaleza, porque podían evadirse de los constreñimientos de la sociedad, y los otros (los primitivos, los antiguos, los pobres), que siempre habitaban en la prisión de sus símbolos y categorías sociales. Esa fue la gran división entre nosotros y ellos, una división que no era más que la versión antropológica de la división entre el polo del objeto y el polo del sujeto/colectivo, la exportación al extranjero de, por así decirlo, nuestra contienda civil. Fue la unión de las dos divisiones lo que nos hizo modernos. No sólo separamos completamente la representación de las cosas de la representación de los humanos (por no mencionar la expulsión de Dios), sino que esa separación nos distinguía de cualquier otra sociedad del pasado o del mundo no occidental, puesto que éramos los únicos en llevarla a cabo. La representación no moderna consiste en que ninguna de esas dos divisiones es necesaria. No existe separación entre el objeto y la sociedad; nosotros, los occidentales, seguimos haciendo lo que todos han hecho desde siempre, es decir, cultivar objetos-colectivos «ahí abajo» que pueden acabar siendo naturaleza «ahí fuera» o sociedad «ahí arriba». Nunca ha habido un mundo moderno (Latour, 1988). Con todo, existen muchas diferencias entre las distintas producciones de objetos-colectivos, pero probablemente no son más que diferencias de escala, como los diversos bucles de una espiral (Serres, 1987); a colectivos «mayores» más naturalezas «objetivas»; a colectivos «menores», más naturalezas «subjetivas». La antropología comparativa puede tener ahora un buen comienzo y, por fin, ser simétrica.

Una vez que entramos en el mundo no moderno (y no se trata de una nueva era, sino sólo del descubrimiento retrospectivo de que nunca entramos en la era moderna, de que nunca ha tenido lugar una revolución copernicana), podemos entender por qué las principales escuelas filosóficas son tan inadecuadas para ayudarnos a realizar nuestros estudios empíricos de campo sobre la construcción de la ciencia y la sociedad. La clave está en lo que se haga con el punto P' de la figura 3. Lo que en el siglo XVII fue la clausura de una disputa en torno a la autoridad de los humanos y no humanos, una mera *distinción* entre dos régimenes de representación (Shapin y Schaffer, 1985), se convirtió en una *separación* con la revolución copernicana de Kant. Sin que Kant hubiese acabado de escribir su constitución moderna, los filósofos dialécticos ya intentaban superar la distinción radical entre el polo-objeto y el polo-sujeto que propuso. Sin embargo, en lugar de volver sobre sus pasos, llevaron la crítica más allá. No sólo mantuvieron la estructura ternaria ofrecida por Kant, sino que elevaron la distinción objeto-sujeto al rango de *contradicción*. La contradicción se resolvía, entonces, dejando que el objeto y el sujeto se superasen el uno al otro, dando lugar a una síntesis de los dos. La fuerza del resorte, la fuerza que hizo funcionar la máquina dialéctica, era directamente proporcional a la distancia entre el objeto puro y el sujeto puro. Lejos de disolver las dos posiciones enfrentadas, la dialéctica hizo buen uso de la contradicción absoluta para producir, a partir de ella, una historia. Lo peor que le podría haber pasado a un dialéctico sería haber disuelto, para siempre, la dicotomía que nos había hecho modernos. Mientras qu,e para Kant, el movimiento radical que dio lugar a la separación entre objeto y sujeto dejaba un rastro, en la dialéctica ese rastro se había perdido. Al «superar» la distinción se la hizo invisible e imposible de superar para siempre. El poder de la negatividad se convirtió en una fantástica negación de este dilema.

Como mínimo, la dialéctica trató de abarcar todos los estados ontológicos y reunir la naturaleza y la sociedad en una única narrativa. No sucedió lo mismo, más tarde, con las distintas escuelas de fenomenología y existencialismo. Aunque se supuso que la intencionalidad acababa con la dicotomía entre objeto y sujeto, era más bien como si se colocasen las piernas de una persona en dos botes que se separaban. La tensión era tan grande que, de hecho, la intencionalidad se asignó a los humanos. Las cosas de ahí fuera, vacías de sentido, voluntad, intencionalidad e incluso ser, debían apañárselas por su cuenta. Tenían que esperar a que una conciencia intencional les concediese sentido. Por supuesto, como en un minué bien equilibrado, el bando contrario lo asumieron las muchas escuelas de pensamiento que naturalizaron todo el problema y transformaron los colectivos, las culturas, los lenguajes y las ideas en partes del mundo material de las cosas sin espíritu. El materialismo, el biologismo, la teoría evolutiva, el conductismo, la epistemología evolutiva y las neurociencias, todos estos intentos, sea cual sea su interés, no son más que, según la geometría de nuestro diagrama, plegamientos en el plano vertical de simetría. La distancia a P' sigue siendo la misma. Para los investigadores de la ciencia no se gana mucho si se funde el polo sujeto-colectivo con el polo de la naturaleza. La práctica de la ciencia, su producción histórica, permanece tan invisible como con la fenomenología (Bradie, 1986).

A pesar de todo, la fenomenología y la teoría evolutiva fueron bastante más útiles para los estudios de la ciencia que lo que luego habría de venir. Los filósofos modernistas tratan ahora de salvarnos de los peligros del posmodernismo ensanchando la brecha que Knt hizo ya tan grande. Habermas, por ejemplo, se esfuerza por hacer tan *inconmensurables* como sea posible, la situación de libertad de palabra de los actores humanos, por un lado, y la eficacia técnica de los agentes sin mente no humanos, por otro. Como Kant, hace imposible que nos centremos en lo que está en medio, que estudiemos empíricamente la fábrica de los entramados ciencia-sociedad, pero lo que para Kant era una tragedia, se convierte en una farsa para los modernistas, puesto que el número de cuasiobjetos que de esa forma se ignoran, se ha hecho

enorme. Cada elemento de nuestro mundo enlaza mutuamente a la ciencia, la sociedad y la tecnología, pero esos lazos se consideran ilícitos, no deberían existir. Toda la empresa de los modernistas llega finalmente al colapso y sólo mediante una cuidadosa abstención de cualquier tipo de trabajo empírico sobre la ciencia y la tecnología, Habermas y sus seguidores pueden mantener la inconmensurabilidad entre humanos y no humanos. Continuamente, en los laboratorios, los científicos e ingenieros los hacen conmensurables, pero para verlo uno tiene que acercarse al centro, al «ahí abajo», es decir, ¡hay que convertirse en no moderno!

No he encontrado una palabra que describa eso en que ha llegado a convertirse la relación en manos de los críticos honestos de Habermas: el horrible término «hiperinconmensurabilidad» puede ser adecuado para el movimiento filosófico más repugnante de los posmodernos, que ya no pueden tomarse en serio, ni siquiera, su propio modelo crítico. Racionalistas desilusionados comparten todas las características del racionalismo excepto la esperanza; hijos de la crítica, conservan la voluntad de desenmascarar y denunciar, pero ya no tienen dónde apoyarse y vuelven el modelo crítico contra ellos mismos. Lo que todas las otras escuelas han intentado desesperadamente conservar, a saber, alguna forma de relación posible o incluso nostálgica con el «otro lado», se ha roto. El cientismo y el tecnologismo se alternan alegremente con afirmaciones extravagantes sobre sociedades y juegos de lenguaje, y con bromas autodestructivas y autodespreciativas. La producción de la ciencia y la tecnología, la construcción de las naturalezas y las sociedades, están tan fuera de cuadro que ya ni siquiera pueden entender de qué tratan los estudios de la ciencia.

Lo único bueno del posmodernismo es que, tras él, no queda ningún lugar a dónde ir, y que acaba con toda la empresa moderna. Con el posmodernismo hemos alcanzado finalmente el punto de ruptura con toda la *crítica*. Es como si las principales escuelas de filosofía hubieran evitado las consecuencias del crecimiento de la ciencia y la tecnología. Cuantos más casos intermedios existen, más distantes están los polos de la naturaleza y la sociedad. Una distinción se convierte en separación, luego en contradicción, y acaba siendo un completo extrañamiento. Los entramados de ciencias y sociedades han crecido y los filósofos te dicen que no deberían existir. ¡Ya es suficiente! Uno no puede mantener a raya indefinidamente el número creciente de cuasiobjetos. Uno no puede naturalizar indefinidamente la construcción colectiva de la sociedad. Uno no puede ignorar siempre la práctica de la fabricación de ciencia y la sociedad. La crítica fue un paréntesis que ahora se ha cerrado. El año 1989 no sería una mala fecha para su defunción, puesto que es el mismo año que ha sido testigo, por una lado, de la disolución del socialismo, y por otro, de la del naturalismo. ¡Se ha atacado en el mismo año a los dos polos de nuestro modelo unidimensional! El derrumbamiento del muro de Berlín y las primeras conferencias sobre el calentamiento global apuntan ambos a la misma transformación que he esbozado: es imposible dominar la naturaleza o la sociedad de forma separada. La crítica moderna constituyó un buen intento, pero cada vez tiene menos sentido, y ahora que nos hemos dado cuenta que ni la naturaleza ni la sociedad pueden situarse en dos polos opuestos, es mejor reconocer que nunca hemos sido realmente modernos, que nunca hemos dejado de hacer, en la práctica, lo que las escuelas más importantes de filosofía nos prohibían hacer, a saber, mezclar objetos y sujetos, conceder intencionalidad a las cosas, socializar la materia y redefinir a los humanos. Nosotros, los occidentales, nunca hemos sido tan distintos de los otros, a los que injustamente acusábamos de confundir la representación de la naturaleza con lo que la naturaleza era realmente. Ya es hora de recoger el hilo de los muchos filósofos desterrados por la crítica con objeto de crear una filosofía provisional que se ajuste específicamente a las necesidades de nuestros estudios empíricos de la ciencia.

6. CONCLUSIÓN

Espero haber dejado claro por qué es imposible escapar de nuestro callejón sin salida, sin hacer algo de filosofía. La idea de que los estudios de la ciencia pueden ignorar totalmente la filosofía, contentarse con la filosofía *de la ciencia* o dejar de construir sus propias metafísica y ontología, me es ajena. Ahora que contamos con una piedra de toque para evaluar los estudios de la ciencia, no son en su longitud, por así decirlo (a lo largo del eje realista-relativista), sino también en su latitud (a lo largo del gradiente de estabilización), y ahora que hemos liberado nuestras interpretaciones de los prejuicios de la *crítica*, la tarea nos parece sencilla. Podemos seguir haciendo lo que los mejores investigadores de entre nosotros han intentado hacer durante años, pero ahora sabemos por qué y cuándo esos esfuerzos se muestran más acertados. No tenemos que retroceder sobre nuestros pasos, renunciar al constructivismo y volvernos «razonables» de nuevo para caer así, otra vez, en un insípido y «plácido término medio».

Como Antonio, «no tengo ni ingenio, ni palabras, ni valor, ni acción, ni elocuencia», pero espero haber convencido al lector filosófico de que todo el dominio de los estudios de la ciencia, una vez despojado de su atavío «social», se convierte en un dominio excitante no sólo para entender la ciencia/sociedad, sino además para sacar a la filosofía de su apuro moderno (y posmoderno).

APÉNDICE 1

Reglas del método

Regla 1. Estudiamos la ciencia *en acción* y no la ciencia o la tecnología ya elaboradas; para ello, o bien llegamos antes de que los hechos y las máquinas se conviertan en cajas negras, o bien estudiamos las controversias que las vuelven a abrir. (Introducción.)

Regla 2. Para determinar la objetividad o subjetividad de una afirmación, o la eficiencia o perfección de un mecanismo, no buscamos sus cualidades *internas*, sino las transformaciones que sufren *posteriormente* en manos de otros. (Capítulo 1.)

Regla 3. Puesto que el cierre de una controversia es la *causa* de la representación de la naturaleza, no su consecuencia, nunca podemos utilizar esa consecuencia, la naturaleza, para explicar cómo y por qué se ha cerrado una controversia. (Capítulo 2.)

Regla 4. Dado que el cierre de una controversia es la *causa* de la estabilidad social, no podemos utilizar la sociedad para explicar cómo y por qué se ha cerrado una controversia. Debemos considerar simétricamente los esfuerzos por hacer acopio de recursos humanos y no humanos. (Capítulo 3.)

Regla 5. Tenemos que permanecer tan *indecisos* acerca de lo que constituye la tecnociencia, como los diversos actores a los que sigamos; cada vez que se trace una línea divisoria entre lo interior y lo exterior, debemos estudiar ambos lados simultáneamente y hacer una lista, sin que importe lo larga y heterogénea que sea, de los que llevan a cabo el trabajo. (Capítulo 4.)

Regla 6. Cuando nos enfrentemos a la acusación de irracionalidad, no examinaremos qué regla lógica se ha roto, ni qué estructura social puede explicar la distorsión, sino el ángulo y dirección en que se ha *desplazado* el observador, y la *longitud* de la red que, de ese modo, se está construyendo. (Capítulo 5.)

Regla 7. Antes de atribuir una característica especial a la mente o al método de las personas, examinemos primeramente las muchas formas en que las inscripciones se reúnen, combinan, entrelazan y se envían de vuelta. Sólo si, después de haber analizado las redes, queda algo por explicar, hablaremos de factores cognitivos. (Capítulo 6.)

APÉNDICE 2

Principios

Primer principio. El destino de los hechos y las máquinas está en manos de los usuarios posteriores; sus cualidades son pues una consecuencia, y no una causa, de la acción colectiva. (Capítulo 1.)

Segundo principio. Los científicos y los ingenieros hablan en nombre de nuevos aliados que han reclutado y moldeado; son, entonces, representantes de otros representantes que añaden recursos inesperados para inclinar a su favor el equilibrio de fuerzas. (Capítulo 2.)

Tercer principio. Nunca nos enfrentamos a la ciencia, la tecnología o la sociedad, sino a una gama de *asociaciones* más o menos sólidas; por lo tanto, entender *qué* son los hechos y las máquinas es lo mismo que entender *quiénes* son las personas. (Capítulo 3.)

Cuarto principio. Cuanto más contenido esotérico tengan la ciencia y la tecnología, más se propagarán al exterior; de ese modo, «la ciencia y la tecnología» no son más que un subconjunto de la tecnociencia. (Capítulo 4.)

Quinto principio. La acusación de irracionalidad siempre la esgrime alguien que está elaborando una red, contra otro que se interpone en su camino; no existe, pues, ninguna gran línea divisoria entre las mentes, sino únicamente redes más o menos extensas; los hechos sólidos no son la regla sino la excepción, pues sólo son necesarios en algunos casos para apartar a otros bien lejos de su camino habitual. (Capítulo 5.)

Sexto principio. La historia de la tecnociencia es, en gran medida, la historia de los recursos dispersos por las redes para acelerar la movilidad, la fiabilidad, la combinación y la cohesión de los indicios que hacen posible la acción a distancia. (Capítulo 6.)

Notas

Introducción

1. Véase el relato de James Watson (1968)
2. Véase el libro de Tracy Kidder (1981). Este libro, como el de Watson, es de lectura obligada para todos aquellos interesados en la ciencia en proceso de elaboración.
3. Sobre este episodio véase T.D. Stokes (1982).
4. Este concepto de infradeterminación se llama también principio de Duhem-Quine, y afirma que ningún factor único es suficiente para explicar el cierre de una controversia o la certeza que los científicos adquieren. Este principio constituye la base filosófica de la mayor parte de la historia social de la sociología de la ciencia.

Capítulo 1

1. El debate acerca del sistema de armamento MX ha sido objeto de una larga controversia pública en los EUA.
2. El ejemplo está tomado de Nicholas Wade (1981). El resto de la controversia se inspira en el libro, aunque es en parte ficticio.
3. El ejemplo está tomado de Michel Callon (1981).
4. Citado en S. Drake (1970, p. 71).
5. Utilizo aquí el siguiente artículo: Schally, A.V.; Baba, V.; Nair, R.M.G.; Benett, C.D.: «The amino-acid sequence of a peptide with growth hormone- releasing isolated from a porcine hypothalamus». *Journal of Biological Chemistry*, vol. 216 (1971) nº 21, pp. 6647-6650.
6. El estudio de la cita se ha convertido en una subdisciplina independiente. Véase E. Garfield (1979) como exposición general, o la revista *Scientometrics* para ejemplos más recientes y especializados. En cuanto al contexto de cita, véase M.H. MacRoberts y B.R. MacRoberts (1986).
7. Esta expresión se ha convertido en clásica desde el trabajo de Thomas Kuhn (1962).
8. El índice de cita en ciencia lo elabora el Institute for Scientific Information, en Filadelfia, y se ha convertido en la base de muchos trabajos sobre política científica.
9. Utlizo aquí el siguiente artículo: Guillemin, R.; Brazeau, P.; Böhlen, P.; Esch, F.; Ling, N.; Wehrenberg, W.B.: «Growth-hormone releasing factor from a human pancreatic tumor that caused acromelagy». *Science*, vol. 218 (1982), pp. 585-587.

10. El artículo que aquí se comenta es el siguiente: Packer, C.: «Reciprocal altruism in papio P.». *Nature*, vol. 265 (1977), nº 5593, pp. 441-443. Aunque esta transformación de la literatura es muy reveladora de las diferencias entre campos más o menos sólidos, no conozco ningún estudio sistemático de este aspecto. Para un tratamiento diferente de los artículos de física, véase C. Bazerman (1984).
11. Véase Spector, M.; O'Neal, S.; Racker, E.: «Regulation of phosporylation of the ß-subunit of the Ehrlich Ascites tumor NaK-ATPase by a protein kinase cascade». *Journal of Biological Chemistry*, vol. 256 (1980,) nº 9, pp.4219-4227. Sobre este caso y otros muchos similares, véase M. Callon, J. Law y N. Wade (1982).
12. Para una introducción general, véase M. Callon. J. Law y A. Rip (eds.) (1986).
13. Sobre el episodio de la somatostatina, véase Wade (1981, capítulo 13).
14. Para una buena introducción a la retórica en escenarios no científicos, véase C. Perelman (1982).

Capítulo 2

1. Para una introducción a la bibliometría y al estudio de las citas, véase E. Garfield (1979); para el análisis de *co-works*, véase M. Callon, J. Law y A. Rip (eds.) (1986); para una introducción a la semiótica, véase F. Bastide (1985).
2. Veáse el trabajo de Trevor Pinch (1986).
3. Véase el trabajo de Mary Jo Nye (1980, 1986).
4. Véase N. Wade (1981, capítulo 13).
5. Sigo aquí el ejemplo empírico estudiado por H. Collins (1985), aunque su descripción de los modos de cerrar controversias es bastante diferente y se analizará en la parte II de este libro.
6. Véase el trabajo de Farley y Geison (1974).
7. Posteriormente, sin embargo, se reanudó la controversia; véase R. Dubos (1951). Como se mostrará en el último apartado. las controversias sólo tienen finales prácticos y temporales.
8. Sobre esta controversia, véase M. Mead (1928) y D. Freeman (1983).
9. Utilizo el artículo de D. MacKenzie (1978). Véase también su libro (1981) en el que se muestra un marco más amplio de la misma controversia.
10. Sobre este episodio del descubrimiento de la somatostatina, véase N. Wade (1981, capítulo 13).
11. Este extracto pertenece a *Traité de biochimie* (1896), vol.II, p. 8, de E. Duclaux, que fue colaborador de Pasteur.
12. Utilizo aquí el siguiente artículo de Pierre y Marie Curie: «Sur une substance nouvelle radio-active, contenue dans la pechblende». *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, vol. 127 (1898), pp. 175-178.
13. Para la definición de estos términos y de todos los conceptos de la semiótica, véase A. Greimas y J. Courtès (1979/1983). Para una introducción de la semiótica en inglés, véase F. Bastide (1985).
14. Véase J.W. Dauben (1974).
15. Sobre la ultracentrifugadora, véase el ameno estudio de Boelic Elzen (de próxima aparición).
16. Aludo al destacable trabajo de A. Desmond (1975).
17. Harry Collins ha recapitulado brillantemente en muchos artículos esta cuestión básica del relativismo. Véase en particular su último libro (1985).

Capítulo 3

1. Para una introducción a los estudios sobre laboratorios, véase K. Knorr (1981), K. Knorr y M. Mulkay (eds.)(1983), y M. Lynch (1985).
2. Sigo en esta introducción el artículo de L. Bryant (1976); véase también su artículo (1969).
3. Sobre esta controversia, véase de nuevo D. Freeman (1983), y sobre la historia general que rodea este episodio, véase D. Kevles (1985).
4. Véase el artículo de J. Geison (1974) sobre Pasteur.
5. Sobre este dramático episodio, véase R. Dubos y J. Dubos (1953).
6. Véase T.P. Hughes (1971).
7. Véase K. Kevles (1978) acerca de las muchas estrategias distintas para interesar a la sociedad en el desarrollo de una profesión.
8. Muchos sociólogos de la ciencia piensan que este conocimiento es excesivo (véase S. Woolgar (1981), M. Callon y J. Law (1982), B. Hindess (1986)), y le parece bastante razonable al creador de la teoría del interés, Barry Barnes (1971), a D. Bloor (1976), y a S. Shapin (1982).
9. Véase L. Szilard (1978, p. 85).
10. Utilizo aquí el artículo de R. Jenkins (1975).
11. Véanse B. Rozenkranz (1972) y D. Watkins (1984).
12. Véase M. Callon (1981).
13. Sobre esta noción de «idea», véase la última parte de este capítulo.
14. El ejemplo está tomado de la obra maestra de L. Tolstoi (1869).
15. La expresión la ha propuesto J. Law (1986) en correlación a su concepto de «ingeniería heterogénea».
16. Véase el concepto de «saliente inverso» propuesto por T. Hughes (1983).
17. Uso aquí el artículo de L. Hoddeson (1981).
18. Véase S. Shapin (1979).
19. Véase A. Leroi-Gourhan (1964).
20. La distinción tradicional entre humanos (los que pueden hablar y poseen voliciones) y no humanos (los que se supone que son mudos y no tienen ni voliciones ni deseos) no viene aquí al caso y es insuficiente para romper la simetría necesaria. Véase M. Callon (1986).
21. Sobre la máquina de Newcomen, véase B. Gille (1978).
22. Para una bibliografía y una introducción a estas numerosas estrategias, véase D. MacKenzie y J. Wajcman (1985).
23. Para una noción crítica del concepto de descubrimiento, véase A. Brannigan (1981).
24. Definido por David Bloor en su obra clásica (1976) y al que opone su principio de simetría, que requiere una explicación para aplicarse, en los mismos términos, tanto a los perdedores como a los ganadores.
25. Este ejemplo y otros muchos se exponen, a grandes rasgos, en el libro no especializado de T. Peters y N. Austin (1985).

Capítulo 4

1. Véase el relato de Roy Porter (1982). Véase también su libro (1977) acerca de la formación de la nueva disciplina de la geología.
2. Véase D. Kevles (1978) como excelente ejemplo de estudio histórico de una profesión científica.
3. El ejemplo es un *collage*.
4. Aunque todos los elementos son exactos, no es este un ejemplo real, sino un tipo ideal.
5. Véase T. Kidder (1981).
6. La mayoría de las cifras utilizadas en esta parte se han extraído de *Science Indicators*, publicado en Washington cada dos años por la National Science Foundation.
7. Véase OCDE (1984).
8. Número de doctorados en EUA: total, 360 000; en investigación, 100 000; en desarrollo, 18 000 (*Science Indicators*, 1983, p. 254).

9. Número de científicos e ingenieros involucrados en I+D según el tipo de ocupación y lugar de trabajo en EUA:

Ocupados en investigación: 355 000; de ellos, 98 000 se encuentran en la industria; el resto, en universidades o laboratorios federales.
Ocupados en desarrollo: 515 000; de ellos, 443 000 se encuentran en la industria; el resto, en universidades o laboratorios federales.
Ocupados en gestión de I+D: 224 000; de ellos, 144 000 se encuentran en la industria; el resto, en universidades o laboratorios federales.
(*Science Indicators*, 1982-1983, p. 277.)

10. Número de doctorados en ciencia en EUA trabajando en I+D, sin contar los que se encuentran en empresas o industrias:

Ciencia básica: 48 000
Investigación aplicada: 24 500
Desarrollo: 2 900
Gestión de I+D: 13 800
(*SI*, 1983, p. 311.)

11. Sobre esta tendencia a gran escala y a largo plazo, véase D. de S. Price (1975); véase también N. Rescher (1978).
12. Sobre la noción de estratificación, véase el estudio clásico de J. y S. Cole (1973).
13. Sobre la visibilidad y otros muchos conceptos desarrollados por la escuela estadounidense de sociología de científicos e ingenieros (usados la mayoría en este libro, a diferencia de los de la sociología de la ciencia y la tecnología), véase la obra clásica de K. Merton (1973).
14. Proporciones comparadas de las instituciones de investigación, en el presupuesto de EUA para I+D:

Las 10 primeras: 20 %
Las 100 primeras: 85 %
(*Science Indicators*, 1982, 1983, p. 125.)

15. Proporciones comparadas de los seis países más desarrollados del mundo occidental, en el presupuesto, literatura, patentes y citas de I+D:

Proporción de la participación de EUA en los artículos de ciencia y tecnología del mundo: 37 % (en el campo más bajo, química, es un 21 %; en el más alto, biomedicina, es un 43 %).
(*SI*, 1982, p. 11.)
Participación de EUA en el presupuesto para I+D del mundo occidental: 48 % en 1979 (Japón: 15 %; Comunidad Europea: 30 %).
(OCDE, 1983, p. 21.)
Proporción de la participación de EUA en la fuerza de trabajo en I+D del mundo occidental: 43 % en 1979 (Japón: 26 %; Comunidad Europea: 27 %).
(OCDE, 1983, p. 21.)

16. Esta situación de dependencia se agrava aún más si consideramos no sólo los países más industrializados, sino también los más pequeños o menos desarrollados. Cuando tenemos en cuenta los países más pobres, lo que oficialmente se define como *tecnociencia* desaparece de vista. Determinar su escala ya no es la expresión correcta. Deberíamos hablar en términos de *indicios*. Lo que encontramos no son más que unos cuantos institutos en los que la mayoría de los que trabajan son científicos de países desarrollados, dispersos entre cientos de millones de personas que nada saben sobre el interior de los hechos y las máquinas. Véanse las cifras en UNESCO (1983).
17. Sobre esta noción de movilización, véanse la obra más importante de W. McNeill (1982) y el capítulo 6.

Capítulo 5

1. Véase David Bloor (1976). Sobre este debate, véanse M. Hollis y S. Lukes (1982), y E. Mendelsohn y Y. Elkana (1981). Los dos artículos más interesantes acerca de este debate son, sin duda, los de R. Horton (1967; 1982).
2. Este ejemplo del libro clásico de E.E. Evans-Pritchard (1937) ha sido convertido por David Bloor (1976) en tema canónico de la antropología de la ciencia.
3. El ejemplo está tomado de Edward Hutchins (1980).
4. Véase D.A. Hounshell (1975).
5. Sobre esta sucesión de acusaciones contradictorias, véase B. Easlea (1980).
6. Véase B.J.T. Dobbs (1976).
7. Este esquema es una adaptación del de D. Bloor (1976, p. 126).
8. Obviamente, sigo aquí el ejemplo canónico expuesto por Bloor, y no las sutiles interpretaciones de Evans-Pritchard.
9. Véase la obra clásica editada por B. Wilson (1970).
10. Véase M. Cole y S. Scribner (1974); se encuentran otros ejemplos en el libro de A.R. Luria (1976), editado por M. Cole.
11. Este otro ejemplo canónico está tomado de R. Bulmer (1967) y ha sido tratado ampliamente por B. Barnes (1983).
12. El trabajo más completo sobre etnociencia se encuentra en H. Conklin (1980). Desafortunadamente, no existe ningún equivalente sobre una comunidad industrializada occidental.
13. Utilizo aquí la hermosa obra de A. Desmond (1975), especialmente el capítulo 6.
14. El ejemplo está tomado de M. Callon (1986).
15. Su testimonio constituye la mayor parte del libro de M. Augé (1975). Por razones obvias, Augé nunca publicó los resultados del interrogatorio a que fue sometido el cadáver de su amigo.
16. El ejemplo está tomado del libro de J. Gusfield, que es un caso único de antropología de la creencia/conocimiento en una sociedad occidental moderna (1981).
17. Esta es la razón por la cual se ha dicho que las «culturas orales» son rígidas y están desprovistas de innovación.
18. Sobre esta transformación y desplazamiento de las creencias de los demás, véanse P. Bourdieu (1972/1977), J. Fabian (1983) y el reciente libro sobre los viajes de campo de G.W. Stocking (1983).

Capítulo 6

1. Sobre este episodio, véase J.-F. Lapérouse (sin fecha) y F. Bellec (1985).
2. Véase el relato de este episodio a cargo de J. Law (1986). Sobre toda esta redefinición del capitalismo en términos de redes de larga distancia, el trabajo esencial es, naturalmente, el de F. Braudel (1979/1985).
3. La literatura sobre expediciones y colecciones no es muy extensa, pero hay algunos estudios interesantes de casos concretos. Entre ellos están los de L. Brockway (1979) y L. Pyenson (1985).
4. El ejemplo está extraído de L. Allaud y M. Martin (1976).
5. Sigo aquí el relato de E. Eisenstein (1979). Su libro es esencial para todos

aquellos que deseen, como ella dice, «recomponer el escenario de la revolución copernicana».

6. Para un repaso general de esta cuestión, véase el volumen I editado en francés con J. de Noblet (1985).
7. Sobre esta comparación entre botánicos y etnobotánicos, véase H. Conklin (1980).
8. Véase el relato de B. Bensaude-Vincent (1986). Véase también su tesis (1981) y, sobre el trabajo de Mendeleev, véase F. Dagognet (1969).
9. De hecho, la fuerza de la tabla llegó más tarde, a partir de la inesperada correspondencia entre la clasificación y la teoría atómica que explicó restrospectivamente.
10. El ejemplo está elaborado en M. Polanyi (p. 83).
11. Para un estudio interesante, véase el de F. Fourquet (1980) sobre la construcción del INSEE, la institución francesa que recoge las estadísticas.
12. Véase P.S. Stevens (1978). Sobre la relación entre modelos a escala, modelos y cálculos, probablemente el mejor libro continúa siendo el de M. Black (1961). Menos conocido, pero muy útil, es el trabajo de F. Dagognet. Véase en particular su reciente obra (1984).
13. Véase el artículo ejemplar de T. Hughes (1979).
14. Este término tan útil lo han propuesto E. Gerson y L. Star para describir mejor el mismo mecanismo que yo denomino aquí «cascada». Este capítulo debe mucho al trabajo del Tremont Institute, en California.
15. Esto no significa que las «teorías» se sigan simplemente de la acumulación de «datos» (por el contrario, la «mera colección de sellos» se opone a menudo a la «ciencia auténtica»), sino sencillamente que cualquier distinción epistemológica *a priori* entre ambas, hace imposible el análisis. El problema es que nos faltan estudios independientes acerca de esta contraposición entre «datos» y «teorías». Para una tentativa de ese tipo sobre la relación entre física y química, véase I. Stengers (1983).
16. Véanse A. Koyré (1966) y S. Drake (1970).
17. Esto debe considerarse con precaución puesto que no existe ningún estudio de antropología de la ciencia que trate la cuestión. Una tentativa relacionada puede encontrarse en el reciente libro de E. Livignston (1985).
18. Utilizo aquí el excelente libro de T. Wolfe (1979). Para vergüenza de nuestra profesión, tenemos que confesar que algunos de los mejores libros acerca de la tecnociencia, los de Kidder, Watson y Wolfe (1979), no han sido escritos por académicos profesionales.
19. El ejemplo está tomado de uno de los pocos estudios empíricos a largo plazo sobre un proyecto técnico a gran escala, realizado por M. Coutouzis (1984); véase también nuestro artículo (1986) (Coutouzis y Latour).
20. Véase J. Geison (1974).
21. Véase el artículo de P. Hunter (1980).
22. Entre la corta, pero fascinante, bibliografía de este tema, la mejor introducción son los trabajos de P.J. Booker (1979) y de Baynes K. y Pugh F. (1981). Para una introducción más corta, véase E. Ferguson (1977).
23. Tanto sobre esta dispersión de las técnicas como sobre las numerosas microtécnicas del poder, véase el trabajo de M. Foucault, especialmente (1975).

Post scriptum

1. De aquí en adelante, uso moderno en un sentido técnico: significa la filosofía política que separa enteramente la *representación* de las cosas (ciencia) de la *representación* de los humanos (política). Aunque ambas son representaciones, su origen común permanece oculto. Además, utilizo la palabra *crítica*, no para referirme únicamente a las obras de Kant, sino a la idea global de una posición crítica que parte de uno a otro de los dos polos opuestos definidos por Kant.
2. De hecho, existen diferencias a las que no puedo hacer justicia en un espacio tan reducido, pero lo que defiendo es que se harán visibles de forma mucho más clara cuando nos traslademos del modelo unidimensional al otro.
3. Por eso llamo a esa partición la «constitución moderna de la verdad» (Latour, 1990a), definiendo la modernidad como la separación completa entre la representación de las cosas (la ciencia y la tecnología) y la representación de los seres humanos (la política y la justicia), por no mencionar la expulsión de Dios. Una constitución es el documento escrito o no escrito que establece la organización del poder.
4. El uso de la palabra *trascendencia* para describir la naturaleza puede parecer insólito. Pero una vez que se ha construido la simetría, el uso del término es inevitable: el contenido del conocimiento científico escapa a la construcción de los vínculos sociales, trasciende a la sociedad, está «ahí fuera». Simétricamente, la sociedad no es lo que nosotros hemos creado, como Durkheim mostró hace mucho tiempo: trasciende a nuestra propia construcción individual, está «ahí arriba». Por lo tanto, vivimos, o más bien vivíamos, entre esas dos trascendencias, la naturaleza y la sociedad, que no hemos creado nosotros; cada una cuenta con sus propios recursos explicativos.
5. *Actuante* es un término extraído del argot de la semiótica para dejar claro que no tenemos que elegir de antemano entre «meras cosas» y «actores humanos». La atribución de volición y acción (antropomorfismo) a los actuantes es tan importante documentarla como la atribución de «cosificación» y «pasividad» (fisiomorfismo). Las fuerzas naturales no son algo dado más inmediatamente que los agentes humanos (Latour, 1988, parte II).
6. Mi propósito es poner la metáfora patas arriba. Estoy en contra de Alejandro y su rápida, pero mortal, espada, y quiero rehabilitar el paciente trabajo de entrelazar de nuevo la ciencia y la sociedad, el carro y el caballo.

Bibliografía

Akrich, Madeleine: «Comment décrire les objets techniques», *Technique et culture*, vol. 5, pp. 49-63, 1987

Allaud, L, M. Marttin: *Schlumberger, Histoire d'une Technique*, París, Berger-Levrault, 1976.

Ashmore, Malcolm: *The Reflexive Thesis. Wrighting (sic) Sociology of Scientific Knowledge*, Chicago, Chicago University Press, 1989.

Augé, Marc: *Théorie des pouvoirs et idéologie*, París, Hermann, 1975.

Authier, Michel: «Archimède, le canon du savant», en Michel Serres (ed.), *Éléments d'histoire des sciences*, Bordas, pp. 101-127, 1989

Barnes, Barry: *Scientific Knowledge and Sociological Theory*, Londres, Routledge & Kegan Paul, 1974.

Barnes, Barry: *T.S.Kuhn and Social Science*, Londres, Macmillan, 1982.

Barnes, Barry: «On the conventional character of knowledge and cognition», en K. Knorr y M. Mulkay (eds.), pp. 19-53, 1983.

Bastide, Françoise, *The semiotic analysis of scientific discourse*, París, École de mines, miméo, 1985.

Bastide, Françoise: *OEuvres de sémiotique des textes scientifiques* (textos reunidos y comentados por Bruno Latour, en preparación).

Baynes, Ken y Pugh, Francis: *The Art of the Engineer*, Guildford, Lutherwood Press, 1981.

Bazerman, Charles: «Modern evolution of the experimental report of physics: spectroscopic articles in *Physical Review*», en *Social Studies of Science*, vol. 14, nº 2, pp 163-197, 1984.

Bazerman, Charles: *Shaping Written Knowledge». The Rhetoric of the Human Sciences*, s. 1, 1988

Bellec, François: *La Généreuse et tragique expédition de Lapérouse*, Rennes, Ouest France, 1985.

Beniger, James, R.: *The Control Revolution.Technological and Economic Origins of the Information Society.* Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 1986

Bensaude-Vincent, Bernadette: *Les Pièges de l'élémentaire. Contribution à l'histoire de l'élement chimique*, Tesis doctoral. Université de París I, 1981.

Bensaude-Vincent, Bernadette: «Mendeleev's periodic system of chemical elements»,en *British Journal for the History of Science*, vol. 19, pp. 3-17, 1986.

Bensaude-Vincent, Bernadette: «Mendeleïev, histoire d'une découverte», en Michel Serres (ed.), *Éléments d'histoire des sciences*, Bordas, París, pp. 447-468, 1989.

Bijker, W., T. Hugues, T. Pinch (eds.): *«New Developments in the Social Studes of Technology»*, MIT Press, Cambridge (Mass.), 1986.

Black, Max: *Models and metaphors*, Ithaca, Cornell University Press, 1961.

Bloor, David: *Knowledge and Social Imagery*, Londres, Routledge & Kegan Paul, 1976.

Bloor, David: *Socio/logie de la logique ou les limites de l'épistémologie*, Éditions Pandore, París, 1982.

Boltanski, Luc: «La dénonciation», *Actes de la recherche en sciences sociales*: n 51, pp. 1-39, 1984.

Booker, P.J.: *A History of Engineering Drawing*, Londres, Northgate, 1979.

Bourdieu, Pierre: *Outline of a Theory of Practice*, Cambridge. Cambridge University Press, 1972-1977.

Bowker, G., Latour B.: «A Booming Discipline Short of Discipline», en *Social Studes of Science*, vol. 17, pp. 715- 748, 1987.

Bowker, Geof: «Pictures from the Subsoil, 1939», en Gordon FYFE y John Law (ed.), *Picturing Power. Visual Depictions and Social Relations, Sociological Review Monograph*, 35, Keele, pp. 221-225, 1988.

Bradie, Michael: «Assessing Evolutionary Epistemology» en *Biology and Philosofy*, 1, pp. 401-459, 1986.

Brannigan, Augustine: *The Social Basis of Scientific Discoveries*, Cambridge University Press, 1981.

Braudel, Fernand: *«Civilisation matérielle, économie et capitalisme»* (3 vol.), Armand Colin, París, 1979.

Braudel, Fernand: *The Perspective of the World. 15th to 18th Century*, Nueva York, Harper & Row, 1979-1985.

Broad, William y Wade, Nicholas: *Betrayers of the Truth: Fraud and Deceit in the Halls of Science*, Nueva York, Simon & Schuster, 1982.

Brockway, Lucile H: *Science and Colonial Expansion: The Role of the British Royal Botanic Gardens*, Nueva York, Academic Press.

Brown, Lloyd A.: *The Story of Maps*, Nueva York, Dover, 1949-1977.

Bryan, Lynwood: «Rudolf Diesel and his rational engine», *Scientific American*, vol. 221, pp. 108-117, 1969.

Bryan, Lynwood: «The development of the Diesel Engine», *Technology and Culture*, vol. 17, nº 3, pp. 432-446, 1976.

Bulmer, Ralph: «Why is a cassowary not a bird? A problem of zoological taxonomy among the Karam», en *Man*, vol. 2, pp. 197-180, 1967.

Callon, M., Latour, B.: «Do not Throw out the Baby with the Bath's School-A Reply to Collins and Yearley», en Pickering (ed.), 1990.

Callon, Michel: «Struggles and negotiations to decide what is problematic and what is not: the sociologic», en K. Knorr, R.K. Krohn & R.Whitley (eds). pp. 197-220, 1981.

Callon, Michel: «La recherche française est-elle en bonne santé?», *La Recherche*, noviembre 1987.

Callon, Michel, (ed.): *La Science et ses réseaux. Genèse et circulation des faits scientifiques*, La Découverte, col. «Anthropologie des sciences et des techniques», París, 1989.

Callon, Michel, Latour B. (recop.): *La science telle qu'elle se fait. Anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise*, Éditions Pandore, París, 1982.

Callon, Michel, Latour B. (recop.): *Les Scientifiques et leurs alliés*, Éditions Pandore, París, 1985.

Callon, Michel, Latour B. (eds.): *La recherche industrielle*, número especial de *Culture technique*, n 16, 1988.

Callon, Michel, Latour B. (recop.): *La Science telle qu'elle se fait. Anthologie de la sociologie des sciences de langue anglaise* (nueva edición), La Découverte, París, 1990.

Callon, Michel y Latour B.: «Do not Throw out the Baby with the Bath's School. A replay to Collins and Yearley», en Pickerong (ed.), 1990.

Callon, M., Courtial J-P., Lavergne F.: *La Méthode des mots associés. Un outil pour l'évaluation*

des programmes publics de recherche (Etudes pour la NSF), École des mines, París, 1989.
Callon, Michel: «Some elements of a sociology of translation: domestication of the scallops and the fishermen», en John Law (editor), pp. 196-229, 1986.
Callon, Michel y Law, John: «On interests and their transformation: enrolment and counter-enrolment», *Social Studies of Science*, vol. 12, nº 4, pp. 615-626, 1982.
Callon, M., Law, J., y Rip, A. (eds.): *Mapping the Dynamic of Science and Technology*, Londres, Macmillan, 1986.
Chalmers, Alan: *Qu'est-ce que la Science?* La Découverte, París, 1987.
Chandler, Alfred, D.: *The Visible Hand. The Managerial Revolution in American Business*, Harvard Univerdity Press, Cambridge (Mass.), 1977.
Cole, J. y Cole, S.: *Social Stratification in Science*, Chicago, University of Chicago Press, 1973.
Cole, M., Scribner, S.: *Culture and Thought: A psychological Introduction*, Nueva York, Wiley, 1974.
Coleman, Edwin: *The Role of Notation in Mathematics*, tesis doctoral, University of Adelaide (South Australia), 1988.
Coleman, William: *Dead is a Social Disease. Public Health and Political Economy in Early Industrial France*, University of Madison Press, Madison (Wiscosin), 1982.
Collins, H., Yearley, S.: *«Epistemological Chicken»* en Andy Pickering (ed.), 1990.
Collins, Harry: «Les sept sexes. Étude sociologique de la détection des ondes gravitationnelles», en Callon y Latour, pp. 145-178, 1982.
Collins, Harry: *Changing Order: Replication and Induction in Scientific Practice*, Londres y Los Angeles, Sage, 1985.
Conklin, Harold: *Ethnographic Atlas of Ifugao: A Study of Environment, Culture and Society in Northern Luzon*, Londres y New Haven, Yale University Press, 1980.
Coutouzis, Mickès: *Sociétés et techniques en voie de déplacement*, tesis de tercer ciclo, Universidad Paris- Dauphine, 1984.
Coutouzis, M. y Latour, B.: «Pour une sociologie des techniques: lecas du village solaire de Frango-Castello», en *Année Sociologique*, nº 38, pp. 113-167, 1986.
Dagognet, François: *Tableaux et langages de la chimie*, París, Le Seuil, 1969.
Dagognet, François: *Philosophe de l'image*, París, Vrin, 1984.
Daston, Lorraine: «The Factual Sensibility - an Essay Review on Artifact and Experiment», *ISIS*, vol. 79, pp. 452-470, 1988.
Dauben, J. W.: *Georges Cantor: His Mathematics and Philosophy of the Infinite,*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1979.
De Noblet, Jocelyn: número especial de «Technology and Culture», *Culture technique*, n 10, junio 1983.
Deforge, Yves: *Le graphisme technique. Son histoire et son enseignement*, Champ Vallon, Le Creusot, 1981.
Desmond, Adrian: *The Hot-Blooded Dinosaurs: A Revolution in Paleontology*, Londres, Blond & Briggs, 1975.
Desrosières, Alain: «Histoires de formes: statistiques et sciences sociales avant 1940», *Revue française de sociologie*, vol. 26, pp. 277-310, 1984
Dobbs, Betty, J. T.: *The Foundations of Newton's Alchemy or «The Hunting of the Greene Lyon»*. Cambridge, Cambridge University Press, 1976.
Drake, Stillman: *Galileo Studies: Personality, Tradition and Revolution*. Ann Arbor, University of Michigan Press, 1970.
Drake, Stillman: *Galileo at Work: His Scientific Biography*, Chicago, Chicago University Press, 1978
Dubos, René: *Louis Pasteur, Freelance of Science*, Londres, Golmez, 1951.
Dubos, René, Dubos, J.: *The White Plague: Tuberculosis, Man, and Society*, Boston, Little Brown and Co, 1953.
Dubos, René: *Louis Pasteur, franc-tireur de la science*, PUF, Paris, 1955.
Duclaux, Emile: *Pasteur: Histoire d'un Esprit*, Sceaux, Charaire, 1896.
Easlea, Brian: *Witch-Hunting, Magic and the New Philosophy: An Introduction to the Debates of the Scientific Revolution*, Brighton, Sussex, Harvester Press, 1980.
Eisenstein, Elizabeth: *The Printing Press as an Agent of Change*. Cambridge, Cambridge University Press, 1979.
Elzen, Boelie, «The ultracentrifuge: interpretive flexibility and the development of a technological artefact», en *Social studies of science*, 1986.
Evans-Pritchard, E.E.: *Sorcellerie, oracles et magie chez les Azandé*, Gallimard, París, 1972.
Fabian, J.: *Thime and the Other. How Anthropology Makes its Object*, Nueva York, Columbia University Press, 1983.
Farley, J. y J. Geison: «Science, Politics and Spontaneous generation in 19th century France, the Pasteur-Pouchet Debate», en *Bulletin of the History of Medicine*, vol. 48, nº 2, pp. 161-198, 1979.
Favret-Saada, Jeanne: *Les Mots, la mort, le sort,* Gallimard, París, 1977-1980.
Ferguson, Eugene: «A la fondation des machines modernes: des dessins», en Latour y De Noblet, *Les «vues de l'esprit», Culture technique*, n 14, pp. 181-207, 1985
Ferguson, Eugene: «The mind's eye: Nonverbal thought in technology». *Science*. vol. 197, pp. 827-836, 1977.
Festinger, L. H., Schachter S.: *When Prophecy Fails*, Harper and Row, Nueva York, 1956.
Feyerabend, Paul: *Contre la Méthode. Esquisse d'une théorie anarchiste de la connaissance*, Le Seuil, París, 1979.
Focault, Michel: *Discipline and Punish: The Birth of the Prison*. Nueva York, Pantheon, 1975.
Fourquet, François: *Les Comptes de la puissance*. París, Encres, 1980.
Freeman, Derek: *Margaret Mead and Samoa: The Making and Unmaking of and Anthropological Myth*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1983.
Friedman, Robert, M.: «Constituting the Polar Front 1919-1920», *ISIS*, vol. 73, n 208, 1982.
Garfield, Eugene: *Citation Indexing: Its Theory and Application in Science, Technology and Humanity*. Nueva York, Wiley, 1979.
Geison, J.: «Pasteur» en *Dictionary of Scientific Biography*, 11: 351-415, Nueva York, Scribners & Son, 1974.
Giere, Ronald, N.: *Explaining Science. A Cognitive Approach*, Chicago, Chicago University Press, 1988.
Gille B: *Histoire des Techniques*, Paris Gallimard, Bibliothèque de la pléïade, 1978.
Ginzburg, Carlo: «Signes traces pistes», *Le Debat*, n 6, pp. 2-44, 1980.
Goody, Jack: *The Domestication of the Savage Mind*. Cambridge, Cambridge University Press, 1977.
Goody, Jack: *La Raison graphique*, Éditions de Minuit, París, 1979.
Greimas, A.J. y Courtès, J.: *Semiotic and Language an Analytical Dictionary*. Bloomington, Indiana University Press, 1979/1983.
Gusfield, Joseph R.: *The Culture of Public Problems: Drinking- driving and the Symbolic Order*, Chicago, University of Chicago Press, 1981.
Hindess, B.: *« "Interest" in political analysis»*, en J. Law (ed.), pp. 112-131, 1986.
Hoddeson, Lilian: «The emergence of basic research in the Bell telephone system, 1875-1915», *Technology and Culture*, vol. 22, no. 3, pp. 512-545, 1981.
Hoddeson, Lilian: «L'émergence de la recherche fondamentale dans la compagnie Bell», *Culture technique*, n 10, pp. 43-61, 1983.
Hollis, M. y S. Lukes (eds.): *Rationality and Relativism*, Oxford, Blackwell, 1982.
Horton, R.: «African traditional thought and Western science» (versión completa). *Africa*, vol. 38, n. 1, pp. 50-71, y n. 2, pp. 155-187, 1967.
Horton, R.: *«Tradition and modernity revisited»*, en M. Hollis y G. Lukes (eds.), pp. 201-260, 1982.
Hounshell, David A.: «Elisha Gray and the telephone or the disadvantage of being an expert», en *Technology and Culture*, vol.6, pp. 133-161, 1975.

Hugges, T.P.: *Elmer Sperry: Inventor and Enginner*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1971.
Hugges, T.P.: «The electrification of America: The system builders», en *Technology and Culture*, vol. 20 n. 1, pp. 124-162, 1979.
Hugges, T.P.: *Networks of Power: Electric Supply Systems in the US, England and Germany,1880-1930.* Baltimore, Johns Hopkins University Press, 1983.
Hunter, P.: «The national system of scientific measurement». *Science*, vol. 210, pp. 869-874, 1980.
Hutchins, E.: *Culture and Inference: A Trobriand Case Study*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1980.
Jenkins, Reese V.: «Technology and the market: Georges Eastman and the origins of mass amateur photography», en *Technology and Culture*, vol. 15, pp. 1-19, 1975.
Jenkins, Reese V.: *Images and Enterprises. Technology and the American Photographic Industry. 1839-1925*, John Hopkins University Press, Baltimore, 1979.
Kapferer et Dubois: *Échec á la science*, Nouvelles Éditions rationalistes, París, 1981.
Kevles, Daniel J.: *In the Name of Eugenics: Genetics and the Use of Human Heredity*. Nueva York, Knopf, 1985.
Kevles, David J.: *The Physicists: The History of a Scientific Community in Modern America*. Nueva York, Knopf, 1978.
Kidder, Tracy: *The Soul of a New Machine*. Londres, Allen Lane, 1981.
Knorr, Karin: *The Manufacture of Knowledge: An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science*. Oxford, Pergamon Press, 1981.
Knorr, Karin, Krohn, Roger y Whitley, Richard (eds): *The Social Process of Scientific Investigation*. Dordrecht, Reidel, 1981.
Knorr, Karin y Mulkay, Michael (eds.): *Science Observed: Perspectives on the Social Study of Science*. Londres y Los Angeles, Sage, 1983.
Koyré, Alexandre: *Études galiléenes*, Herman, París, 1966.
Kuhn, Thomas, *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago, University of Chicago Press, 1962.
La Pérouse, Jean-Francois: *Voyages autour du monde*, París, Michel de l'Ormeraie.
Lagrange, Pierre: «L'affaire Arnold», *Communication*.
Latour, B., Woolgar S.: *La vie de laboratoire. La production des faits scientifiques,* La Découverte, París, 1988.
Latour, Bruno: *Les microbes, Guerre et paix*, seguido de *Irréductions*, A.-M. Métailié, coll. «Pandore», París, 1984.
Latour, Bruno: «A Relativist Account of Einstein's Relativity», *Social Studies of Science*, vol. 18, pp. 3-44, 1988.
Latour, Bruno: «Pasteur et Pouchet: hétérogenèse de l'histoire des sciences», en Michel Serres (ed.), *Éléments d'histoire des sciences, Paris, Bordas, pp. 423-445, 1989.*
Latour, Bruno: «The Leverage Point of Experiments», en H. Le Grand (ed.) *Experimental Enquiries*, Australian Studies in the History and Philosophy of Science, Dordrecht, Reidel, 49-80, 1990a.
Latour, Bruno: «Postmodern? No Simply Amodern. Steps Towards an Anthropology of Science. An essay review», en *Studies in the History and Philosophy of Science*, 21, pp. 145-171, 1990.
Latour, Bruno and De Noblet, Jocelyn (eds.): *Les Vues de l'esprit: visualisation et connaissance scientifique. Culture Technique*, numéro 14, 1985.
Law, John: *«On the methods of long-distance control: vessels,navigation and the Portuguese route to India»*, en J. Law (ed.) pp.234-263, 1986. Law, John (ed.): *Power, Action and Belief: A New Sociology of Knowledge?* Sociological Review Monograph n. 32 (University of Keele). Londres, Routledge & Kegan Paul, 1986.
Leroi-Gourhan, André: *Le Geste et la parole*, vols. 1 y 2. París, Albin Michel, 1964.
Lévi-Strauss, Claude: *La Pensée sauvage*, Plon, París, 1962.
Livingston, Eric: *The Ethnomethodological Foundations of Mathematics* (Studies in Ethnomethodology). Londres, Routledge & Kegan Paul, 1985.
Luria, A. R. (ed.): *Cognitive Development: Its Cultural and Social Foundations*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1976.
Lynch, M., Woolgar S. (ed): *Visualization and Science?* Human Studies, 1988.
Lynch, Michael: *Art and Artifact in Laboratory Science: A Study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory*, London, Routledge & Kegan Paul, 1985.
MacKenzie, D.A.: «Stadistical theory and social interests: a case study», *Social Studies of Science*, vol. 8, pp. 35-83, 1978. MacKenzie, D.A.: *Stadistics in Britain, 1865-1930*, Edimburgh, Edimburgh University Press, 1981.
MacKenzie, D. A. y J. Wajcman, (eds.): *The Social Shaping of Technology*, Milton Keynes, Open University Press, 1985.
MacRoberts, M.H. y MacRoberts, B.R.: «Quantitative measures of communication in science: a study of the formal level», en *Social Studies of Science*, vol. 16, pp. 151-172, 1986.
McNeill, William: *The Pursuit of Power Technology: Armed Forces and Society Since A.D. 1000*, Chicago, University of Chicago Press, 1982.
Mead, Margaret: *Coming of age in Samoa: A Psychological Study of Primitive Youth for Western Civilization*, Nueva York, William Morrow, 1928.
Mendelsohn, Everett and Elkana, Yehuda: *Sciences and Cultures (Sociology of the Sciences: a Yearbook)*. Dordrecht, Reidel, 1981.
Merton, R. K.: *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations*. Chicago, University of Chicago Press, 1973.
National Science Foundation: *Science Indicators*. Washington, DC. NSF.
Nye, Mary-Jo: «N-Rays: An Episode in the History and Psichology of Science», en *Historical Studies in the Physical Sciences*, vol. 11, pp. 125-156, 1980.
Nye, Mary-jo: (Science in the Province. Scientific Communities, and Provincial Leaddership in France) California University Press, Berkeley, 1986.
Organisation for Economic Co-operation and Development: *Indicators of science and Technology*, París, O.E.C.D. Press, 1984.
Perelman, C.: *The Realm of Rethoric* (traducido por W. Kluback), Notre Dame, Indiana, University of Notre Dame Press, 1982.
Peters, Thomas y Austin, Nancy: *A Passion for Excellence*. Nueva York, Random House, 1985.
Pickering, Andy (ed.): *Science as Practice and Culture* Chicago, Chicago University Press.
Pinch, Trevor: *«L'anomalie des neutrinos solaires: comment réagissent les théoriciens et les expérimentateurs?»*, en Callon y Latour, pp. 179-209, 1982-1990.
Pinch, Trevor: *Confronting Nature: The Sociology of Solar Neutrino Detection, Dordrech, Reidel, 1986.*
Polyani, Michael: *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*, Chicago, University of Chicago Press, 1974.
Porter, Roy: *The Making of Geology: Earth Science in Britain 1660-1815*, Cambridge, Cambridge University Press, 1977.
Porter, Roy: «Charles Lyell: The public and private faces of science». *Janus*, pp. 29-50, 1982.
Price, Derek de Solla: *Science Since Babylon*. New Haven (Conn.), Yale University Press, 1975.
Pyenson, Lewis: *Cultural Imperialism and Exact Sciences*. Nueva York, Peter Lang, 1985.
Rescher, Nicholas: *Scientific Progress: A Philosophical Essay on the Economis of Research in Natural Science*. Oxford, Blackwell, 1978.
Rogoff, B., Lave J.,(ed.): *Everyday Cognition: Its Development in Social Context*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 1984.
Rozenkranz, Barbara: *Public Health in the State, Changing Views in Massachusetts, 1862-1936*, Harvard University Press, 1972.
Serres, Michel (ed.): *Éléments d'histoire des sciences*, Bordas, París, 1989.
Serres, Michel: *Statues*, París, François Bourin, 1987.
Shapin, Steve: *«The politics of observation: cerebral anatomy and social interests in the Edimburgh phrenology disputes»*, en R. Wallis (ed.), pp. 139-178, 1979.

Shapin, S. y Shaffer, S.: *Leviathan and the Air-Pump*, Princeton, Princeton University Press, 1985.
Shapin, Steven: «Following Scientists Around» review of Latour's Science in Action, *Social Studies of Science*, 18, pp. 533- 550, 1988.
Shapin, Steve: «History of science and its sociological reconstruction», en *History of Science*, vol. 20, pp. 157- 211, 1982.
Simondon, Georges: *Du monde d'existence des objets techniques*, Aubier (reedición), París, 1989.
Star, S.L., Griesemer J.: «Amateurs and Professionals in Berkeley, 1907-1939», *Social Studies of Science*, pp. 387- 420, 1989.
Star, Leigh: «Introduction», número especial sobre sociología de la ciencia y la tecnología, *Social Problems*, 35, pp. 197- 205, 1988.
Stengers, Isabelle: *Etats et Processus*. Tesis doctoral, Université Libre de Bruxelles, 1983.
Stevens, Peter, S.: *Patterns in Nature*. Boston, Little Brown, 1978.
Stocking, G.W. (ed.): *Observers Observed: Essays on Ethnographic Fieldwork*. Madison, University of Wisconsin Press, 1983.
Stokes, T.D.: «The double-helix and the warped zipper: an exemplary tale», *Social Studes of Science*, vol. 12, n. 3, pp. 207-240, 1982.
Strum, Shirley: *Almost Human. A Journey Into the World of Baboons*, Random House, Nueva York, 1987.
Szilard, Leo (ed. S. Weart y G. Szilard): *Leo Szilard: His Verson of the Facts: Selected Recollections and Correspondence*. Cambridge (Mass.), MIT Press, 1978.
Thuillier, Pierre: *Le Petit Savant illustré*, Le Seuil, París, 1980.
Tolstoy, Leo: *War and Peace* (traducido del ruso por R. Edmunds), Harmondsworth, Penguin, 1869-1983.
Traweek, Sharon: *Beam Times and Life Times, The World of High Energy Physicists*, Harvard University Press, Cambridge (Mass.), 1988.
UNESCO: *Statistical Yearbooks*. París, UNESCO, 1983.
Wade, Nicholas: *The Nobel Duel*. Nueva York, Anchor Press, 1981.
Wallis, Roy: *On the Margins of Science: The Social Construction of Rejected Knowledge*. Sociological Review Monograph, n. 27 (University of Keele). Londres, Routledge & Kegan Paul, 1979.
Watkins, D.: *The English Revolution in Social Medicine 1889- 1911*, Londres, PhD Thesis, University of London, 1984.
Watson, James: *The Double Helix*, Nueva York, Mentor Books, 1968.
Wilson, B. (ed): *Rationality*, Oxford, Blackwell, 1970.
Wolfe, Tom: *The Right Stuff*. Nueva York, Bantam Books, 1979-1983.
Woolgar, Steve: *Ciencia: abriendo la caja negra*, Barcelona, Anthropos, 1991.
Woolgar, Steve: «Interests and explanations in the social study of science». *Social Studes of Science*, vol. 11, n. 3, pp. 365-397, 1981.

